



MIKROSKOPISCHE ANATOMIE.



MIKROSKOPISCHE
ANATOMIE

oder

GEWEBELEHRE DES MENSCHEN

von

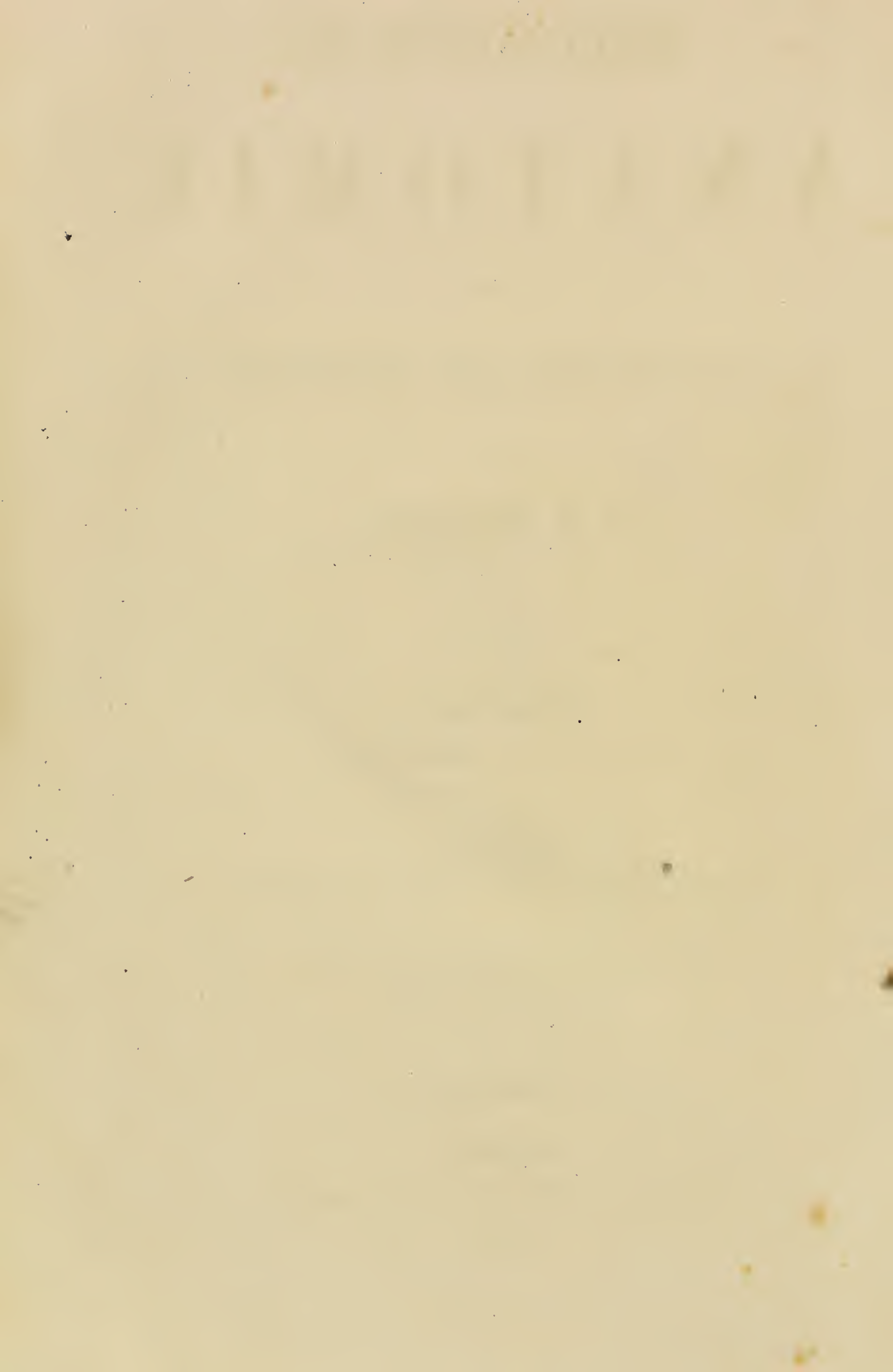
Dr. A. KÖLLIKER,
Professor der Anatomie und Physiologie in Würzburg.

Zweiter Band:
Specielle Gewebelehre.

Erste Hälfte.
Von der Haut, den Muskeln, Knochen und Nerven.

Mit 168 Holzschnitten, ausgeführt von J. G. Flegel,
und vier lithographirten Tafeln.

LEIPZIG,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1850.



Vorwort.

Das Werk, dessen erste Abtheilung hier vorliegt, hat die mikroskopische Anatomie des Menschen zum Hauptzweck, und wird in möglichster Vollständigkeit sowohl den Bau der Elementartheile, als die feinere Structur der Organe und Systeme zu geben suchen. Aus mehrfachen Gründen habe ich mit der speciellen Gewebelehre begonnen und sollen in derselben in zwei ungefähr gleich grossen Abtheilungen der Reihe nach die verschiedenen Systeme des Körpers in der Weise besprochen werden, dass einerseits die Elementartheile derselben, sowohl in ihren besondern Eigenthümlichkeiten als in ihrer gegenseitigen Verbindung und Vereinigung zu einfachern und höhern Organen, anderseits auch die Organe selbst an und für sich und in ihrem Verhalten zu einander ihre Würdigung finden. Der allgemeine Theil, von etwa der Hälfte des Umfanges des speciellen, wird von den Elementartheilen, von den Zellen an bis zu den zusammengesetzten Fasern und Röhren, handeln und auf der einen Seite ganz speciell den Bau, die Entwicklung und Verbreitung derselben im Körper schildern, auf der andern aber auch ihre Verbindung zu niedern und höhern Einheiten, jedoch nur im Allgemeinen, zum Gegenstande der Betrachtung machen.

Die erste Hälfte der speciellen Gewebelehre, die Haut, Muskeln, Knochen und Nerven umfassend, zeigt, welche Grund-

sätze im Einzelnen mich leiteten. Mein Bestreben ging vor allem dahin, die Thatsachen genau festzusetzen, und zu diesem Ende untersuchte ich, durch meine äussere Stellung begünstigt, so sehr als es nur immer anging, Alles selbst. Was mir sicher und ausgemacht erschien, wurde auch mit Bestimmtheit so hingestellt, was dagegen noch Zweifel zuliess, entweder kritisch beleuchtet, oder einfach in der Weise gegeben wie es vorlag, indem ich es vorzog, die Mängel der Beobachtung aufzudecken, als sie durch Hypothesen ohne thatsächlichen Boden zu bemänteln. Dass hiebei auch die Geschichte der Wissenschaft überall gewürdigt und namentlich bei wichtigen Fragen sowohl den frühern Beobachtern ihr Recht gewahrt, als die Entwicklung der Ansichten dargelegt wurde, versteht sich von selbst, doch war es nicht möglich auf dieses wenn auch lehrreiche Gebiet weiter einzugehen.

Neben der Genauigkeit trachtete ich auch nach Vollständigkeit und suchte besonders einmal den Bau der vollendeten Theile von allen Seiten ans Licht zu ziehen, als auch die Entwicklungsgeschichte derselben, sofern sie auf die Elementartheile sich gründen lässt, darzulegen. Vielleicht wird Mancher finden, dass ich in diesem Punkt zu weit gegangen, und physiologisch minder wichtige Theile, wie z. B. die Haare, zu ausführlich behandelt habe. Ich will hierüber nicht entscheiden, gebe jedoch zu bedenken, dass in einem anatomischen Gebiete der physiologische Werth der Organe nicht den Maassstab abgeben kann und dass bei einer jungen Wissenschaft, die nur wenige allgemeine feststehende Sätze und, um die Wahrheit zu sagen, noch keine wirklichen Gesetze hat, nicht immer abzusehen ist, welche Thatsachen für sie von Bedeutung sind oder nicht.

Die Grenzen dieses Werkes sind übrigens nicht so eng gesteckt, dass dasselbe nur die menschliche Gewebelehre umfasst. Ich habe vergleichend anatomische Thatsachen aufgenommen, wo immer dieselben nöthig waren, um dunkle Gebiete der menschlichen Anatomie zu beleuchten, oder Lücken auszufüllen,

dagegen schien es mir nicht am Orte, ausführlicher auf dieselben mich einzulassen, so sehr ich es auch gewünscht hätte. — Auch der Physiologie und pathologischen Anatomie wurde gehörig, jedoch mit Maass und Ziel, Rechnung getragen. Erstere konnte schon desswegen nicht umgangen werden, weil, bei dem innigen Zusammenhang zwischen Form, Mischung und Thätigkeit, ein genaueres Eingehen auf die morphologischen Verhältnisse der Organe nicht gedenkbar ist, ohne nicht auch die andere Seite derselben zu betrachten; hiezu kamen dann noch praktische Rücksichten, die es wünschbar machten, die Bedeutung der wichtigsten anatomischen Thatsachen für die Physiologie hervorzuheben. So entstanden die kurzen Angaben über das chemische und physikalische Verhalten der Organe, unter denen vor allem die auf die Elementartheile sich beziehenden mikrochemischen Verhältnisse, zu deren Beleuchtung doch vor Andern die Mikroskopiker befähigt sein möchten, berücksichtigt wurden, wobei ich jedoch zu bedauern habe, dass ich nicht Chemiker bin und trotz vielfacher freundlicher Unterstützung meines Kollegen *Scherer* nicht allen Anforderungen genügen konnte. Auch sonst war ich hie und da bei Erörterung anatomischer Fragen, so namentlich beim Nervensystem, genöthigt, auf die Verrichtungen der Theile einzugehen und dann gab ich am Ende der einzelnen Abschnitte physiologische Bemerkungen die sich stets eng an das Anatomische anschliessen und ein gewisses Maass nicht überschreiten. — Was die pathologisch-anatomischen kurzen Angaben bei jeder grösseren Abtheilung betrifft, so entstanden dieselben weniger der physiologischen Gewebelehre zu Gefallen, die zwar ebenfalls aus ihnen Nutzen ziehen wird, als um dem Arzte und Studirenden einen Fingerzeig auf die krankhaften Veränderungen, namentlich der Elementartheile zu geben. Ausserdem hatte ich aber auch ganz besonders die pathologische Gewebelehre im Auge, als ich mich bemühte, alle Einzelnheiten im Bau der Organe aufzudecken, von der Ueberzeugung geleitet, dass diese

Wissenschaft nur dann ihre Aufgabe befriedigend wird lösen können, wenn ihr eine möglichst vollständige normale Histiologie zur Seite steht.

Für das Studium der Gewebelehre sind Abbildungen fast unumgänglich nöthig und es war daher mein Bestreben, auch dieses Desiderat zu erfüllen. Die Zeichnungen der beigegebenen Holzschnitte sind fast alle Originale und von mir und einigen meiner jüngern Freunde, namentlich dem Herrn Dr. *C. Gegenbaur*, dann auch von Dr. *J. Czermàk* und Dr. *A. Corti*, denen ich hiemit meinen besten Dank sage, nach der Natur verfertigt. Die Ausführung derselben durch Herrn *J. G. Flegel* in Leipzig verdient die vollste Anerkennung und leistet sicherlich Alles, was von Holzschnitten bei mikroskopischen Objekten erwartet werden kann und bisher gegeben worden ist. Auch für die Vollendung der lithographirten Tafeln trug der Herr Verleger alle Sorgfalt, wie derselbe denn überhaupt keine Mühe und keinen Aufwand scheute, um das Unternehmen zu fördern.

Würzburg, den 24. August 1850.

Dr. A. Kölliker.

Verzeichniss

der allgemeineren, nur mit dem Namen des Autors citirten Schriften.

X. Bichat, *Anatomie générale. Tom. IV. Paris* 1801, übersetzt von *Pfaff*. Leipzig 1803.

G. R. u. L. C. Treviranus, Vermischte Schriften anat. u. phys. Inhaltes. Bd. 1. Gött. 1816. 4.; *G. R. Trevianus*, Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Bd. 1. Heft 1—4. Bremen 1835—37. 8.

Béclard, *Elémens d'anatomie générale. 2. Ed. Paris et Bruxelles* 1827.

Heusinger, System der Histologie. Eisenach 1824.

Hildebrand, Handbuch der Anatomie des Menschen. 4. Ausg., bes. von *E. H. Weber* IV. Bd. Braunschweig 1830—32.

Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.

Bruns, Handbuch der allgemeinen Anatomie. Bern u. Chur 1840.

Gerber, Lehrbuch der allgemeinen Anatomie. Braunschweig 1841.

J. Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

Valentin, Artikel: „Gewebe" in R. Wagner's Handw. der Physiologie. Bd. I. 1842.

A. Donné, *Cours de microscopie. Paris* 1844, *avec Atlas.*

A. Fr. Günther, Lehrbuch der allgemeinen Physiologie. Bd. 1. Allgemeine Physiologie. Leipzig 1845.

R. Quain and **W. Sharpey**, *Elements of Anatomy. Part I. and II. London* 1843—1846.

R. B. Todd and **W. Bowman**, *The physiological Anatomy and Physiology of man. Vol. I.* 1845, *II.* 1. 1847, *London.*

W. Carpenter, *Principles of human Physiology. London* 1846.

H. Bendz, *Haandbog i den almindelige Anatomie. Kiöbenhavn* 1846 u. 47.

A. H. Hassall, *The microscopic anatomy of the human body. London* 1846—49.

J. Gerlach, Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre. Mainz 1848 und 49.

F. Th. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1841—43.

Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. I. 1845. Bd. II. 1845—47. Freiburg im Br.

Berres, Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. Heft I. bis XII. Wien 1836 — 42.

J. Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Aufl. Wien 1850.

R. Wagner, *Icones physiologicae. Lipsiae* 1839.

Mandl, *Anatomie microscopique. I. Paris* 1838—1847. *Histogenèse* 1—5, 1847 u. 48. Fol.

C. J. M. Langenbeck, Mikroskopisch - anatomische Abbildungen. Lief. I — III. Göttingen 1846 — 1850.

Cyclopaedia of Anatomy. Ed. by R. B. Todd. Vol. I—III. London 1836 — 1847. *Vol. IV. Pg.* 1 — 912. 1849.

Handwörterbuch der Physiologie von *R. Wagner*. Bd. I — III. Braunschweig 1842 — 1850.

Harting, *Recherches micrometriques sur le developpement des tissus et des organes du corps humain. Utrecht* 1845.

Donders, Mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen thierischer Gewebe, in den holländischen Beiträgen von *V. Deen, Donders* und *Moleschott*. Heft I. u. II. 1846 u. 47; *Donders* und *Moleschott* in Mulder's physiologischer Chemie, übersetzt von *Moleschott*. Lieferung 6 u. 7. Heidelberg 1846. (Die Tafeln des Originalwerks fehlen.)

C. Schmidt, Entwurf einer allgemeinen Untersuchungsmethode der Säfte und Excrete. 8. Mitau 1846.

K. v. Erlach, Mikroskopische Beobachtungen über organische Elementartheile bei polarisirtem Licht in Müller's Archiv. 1847. St. 313.

Fr. Paulsen, *Observationes microchemicae circa nonnullas animalium telas. Dorpati* 1848.

Inhaltsverzeichniss.



Erstes Buch.

Von der äussern Haut.

§. 1.

Der menschliche Körper wird von einer ziemlich derben, zusammenhängenden Haut bekleidet, die mehr oder weniger fest mit den tieferen Theilen sich verbindet und an gewissen Stellen ohne sehr scharfe Grenze in die innern Schleimhäute übergeht. Diese äussere Haut, *Integumentum commune* (Fig. 1.), besteht wesentlich aus einer innern, gefäss- und nervenreichen, in ihrer Hauptmasse aus Bindegewebe gebildeten Lage, der Lederhaut, *Cutis*, *Derma*, (Fig 1. *c*, *d*) und einer äussern, einzig und allein aus Zellen zusammengesetzten Schicht, der Oberhaut, *Epidermis* (Fig. 1. *a*, *b*); ausserdem finden sich in ihr noch eine gewisse Zahl eigenthümlicher Organe mit beschränktem oder allgemeinem Vorkommen, die Haare und Nägel, die Talg-, Schweiss-, Ohrenschmalz- und Milchdrüsen, welche, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, als Productionen der Haut zu betrachten sind, und mit Ausnahme der letztgenannten Drüsen hier beschrieben werden.

Fig. 1.

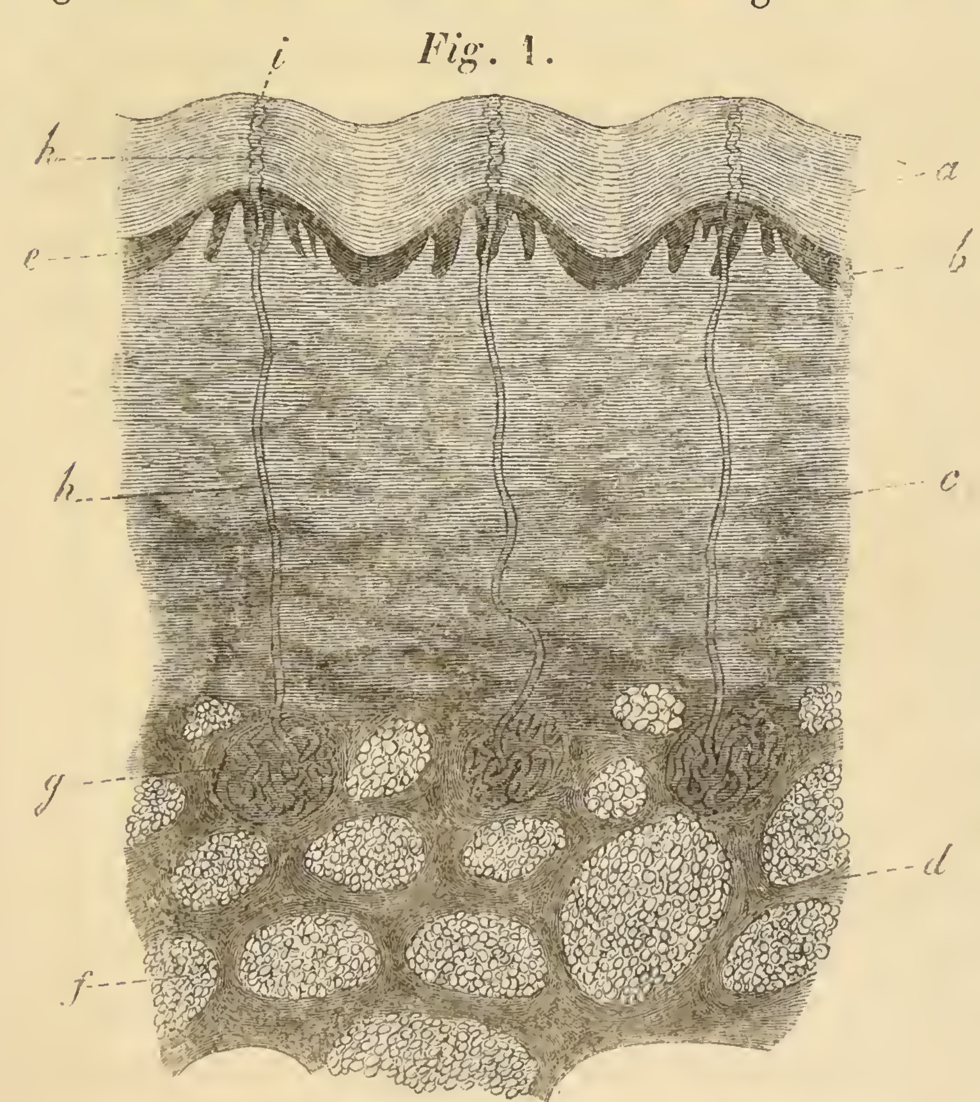


Fig. 1. Senkrechter Schnitt durch die gesammte Haut der Daumenbeere, quer durch 3 Cutisleistchen; Vergrösserung 20. *a.* Hornschicht der Oberhaut, *b.* Schleimschicht derselben, *c. Corium*, *d. Panniculus adiposus* (oberer Theil), *e.* Papillen der Lederhaut, *f.* Fettträubchen, *g.* Schweissdrüsen, *h.* Schweisskanäle, *i.* Schweissporen.

I. Von der Haut im engern Sinne.

A. Lederhaut.

§. 2.

Die Lederhaut, *Cutis, Derma*, zerfällt mehr oder weniger scharf in zwei Schichten, in das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea* (Fig. 1. *d*), und in die eigentliche Lederhaut, *Corium* (Fig. 1. *b*), von denen die erstere die Haut mit den unter ihr liegenden Theilen verbindet, die letztere zwischen dieser und der Oberhaut gelegen ist und durch ihren Gefäss- und Nervenreichthum den wichtigsten Theil der äussern Haut ausmacht. Ausserdem sind an gewissen Stellen oberflächliche Muskeln, sogenannte Hautmuskeln, mehr oder weniger mit den zwei genannten Lagen vereint, welche, da sie beim Menschen nur schwach vertreten sind und nicht, wie bei vielen Säugethieren, eine fast den ganzen Körper überziehende Lage bilden, nicht weiter berührt werden sollen.

§. 3.

Das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea*, ist eine mässig feste, meist aus Bindegewebe gebildete Haut, welche an weitaus den meisten Stellen des Körpers in besondern Maschenräumen eine beträchtliche Menge von Fettzellen (Fig. 1. *f.*) einschliesst und als sogenannte Fetthaut, *Panniculus adiposus*, erscheint, an einigen Orten dagegen (äusseres Ohr mit Ausnahme des Läppchens, Augenlider, äusserer Gehörgang, äussere Nase, rother Lippenrand, Hodensack, *Penis*, Nymphen) fettarm oder selbst ganz fettlos sich zeigt. Die innerste Lage des Unterhautzellgewebes, die am Rumpfe, Oberschenkel, in der Knie- und Ellenbogenbeuge eine mässig feste, fettlose Binde, die *Fascia superficialis*, darstellt, liegt verschiedenen Theilen, fibrösen und elastischen Häuten (Muskelfascien, Aponeurosen, Sehnen, Faserhäuten [*Penis*], Knochen- und Knorpelhäuten [Nase, Ohr, Nagelglieder, Ferse]), Muskeln (*Epicranius*, kleine Gesichts- und Ohrmuskeln, *Pectoralis major*) und tiefen Fettanhäufungen (Weichen, Achselhöhle, Kniekehle, Wange etc.) auf und verbindet sich mehr oder weniger fest mit denselben. Locker ist die Vereinigung da, wo die innerste Schicht der *Tela cellulosa subcutanea*, mag sie nun als *Fascia superficialis* sich darstellen oder nicht, durch lockeres Bindegewebe mit den genannten Theilen sich vereint, so am Rumpfe, an den beiden ersten Abschnitten der Glieder, an Hand- und Fussrücken, am Hals, und besonders an den Augenlidern,

dem männlichen Gliede, dem *Scrotum* und an der Streckseite von Gelenken, wo oft sogenannte Schleimbeutel der Haut, *Bursae mucosae subcutaneae* vorkommen, wie am Knie-, Ellenbogen- und den Fingergelenken. Eine straffere Vereinigung zeigt sich theils wo sehnige Streifen (*Aponeurosis palmaris* und *plantaris*, *Linea alba*) oder Muskeln (*Palmaris brevis*, *Levator labii superioris alaeque nasi*, *Levator labii sup. proprius*, *Risorius Santorini*, *Quadratus menti*, *Levator menti*, *Corrugator supercilii*) in die Haut gehen, theils wo die innersten Schichten des Unterhautzellgewebes durch kurze feste Bindegewebsstreifen mit den unter ihnen liegenden Muskeln, Fascien, Sehnen etc. verschmelzen, daher namentlich am Kopf besonders an den Nasenflügeln und Lippen, an Stirn und Schläfe, am Ohr, Mund und Hinterhaupt, an der *Glans penis*, unter den Nägeln, an der Handfläche und Sohle. Uebrigens ist in Betreff dieses Punktes auch die Entwicklung des *Panniculus adiposus* zu berücksichtigen, indem bei dickem Fettpolster die Haut weniger verschiebbar sich zeigt, als wenn in Folge von Anlage, Krankheit oder Alter das Fett spärlich oder gar nicht vorhanden ist.

Die äussere Fläche des Unterhautzellgewebes ist durch eine grosse Zahl von Bindegewebsstreifen mit der eigentlichen Lederhaut verbunden und durchaus nicht scharf von derselben geschieden; doch lässt sich namentlich zwischen dem fettreichen Unterhautzellgewebe und der Haut eine Trennung ziemlich leicht bewerkstelligen, mit einziger Ausnahme der Stellen (Kopf, Wange, Kinn u. s. w.), wo die Haarbälge stärkerer und dicht stehender Haare tief in die Fetthaut hineinreichen. Das fettlose Unterhautzellgewebe des *Penis*, *Scrotum* (*Tunica dartos*) u. s. w. geht ohne irgend welche Grenze in die eigentliche Lederhaut über.

Die Mächtigkeit des Unterhautzellgewebes varirt nach Ort, Alter, Geschlecht und Individualität, was vorzüglich durch die verschiedene Menge des Fettgewebes in demselben bedingt wird. Das fettlose Unterhautzellgewebe der Augenlider, der obern und äussern Theile des Ohres misst nach *Krause* (l. c. p. 116.) ¼‴, am Penis ⅓‴, am *Scrotum* ⅔‴; die Fetthaut beträgt 1‴ an Schädel, Stirn, Nase, Ohrläppchen, Hals, Hand und Fussrücken, Knie, Ellbogen; an den meisten übrigen Stellen 2—6‴, doch kann sie bei fetten Individuen bis über 1″ Dicke erreichen und bei magern bis unter eine Linie herabsinken. Im Allgemeinen ist im jugendlichen Alter die Fetthaut relativ und oft selbst absolut mächtiger als später, in den mittleren Jahren von mittlerer Stärke, im höhern Alter bei den Einen fast geschwunden, bei den Andern übermässig entwickelt. Beim weiblichen Geschlecht ist die Stärke derselben an gewissen Stellen sehr bedeutend, namentlich am Schamberg, am Unterleib, an den Len-

den u. s. w. Raçeneigenthümlichkeiten sind die Fettanhäufungen am Gesäss und den Brüsten der Hottentottinnen, die Neigung zum Fettwerden bei den Chinesen.

§. 4.

Die eigentliche Lederhaut, *Corium*, ist eine derbe, wenig elastische, ebenfalls vorzüglich aus Bindegewebe gebildete Haut, die an den meisten Stellen, namentlich da, wo sie fettreichem Unterhautzellgewebe aufliegt, zwei, jedoch nicht scharf geschiedene Lagen zeigt, die man als *Pars reticularis* und *papillaris* bezeichnen kann, an einigen Orten dagegen (Augenlider, Lippen, Ohr, äusserer Gehörgang, *Anus*, *Penis*, *Scrotum*, Nymphen) nur aus einer einzigen Schicht von dem Bau der *Pars papillaris* besteht.

Die *Pars reticularis Corii* bildet die innere, in angegebener Weise mit dem Unterhautzellgewebe verbundene Lage der Lederhaut und stellt eine weisse, netzförmig durchbrochene, in ihren tiefsten Lagen manchmal deutlich geschichtete Haut dar, die in besonderen Maschenräumen die Haarbälge und Drüsen der Haut sammt ziemlich vielem Fett enthält. Diese im Querschnitt rundlichen oder länglichen Räume (S. Fig. 1. wo sie angedeutet sind, aber ohne Fett) steigen so ziemlich in gerader Linie und zwar senkrecht oder schief nach aussen und verengern sich je länger, je mehr, so dass sie im Allgemeinen eine trichterförmige Gestalt besitzen; ihre Weite und Zahl wechselt an verschiedenen Körperstellen nicht unbedeutend und richtet sich zum Theil nach der Stärke und Grösse und nach der Zahl der Haarbälge und drüsigen Gebilde in der Haut, indem in der Regel jeder Haarbalg sammt einer Schweiss- und Talgdrüsengruppe seinen besondern Raum einnimmt. Am engsten und dichtesten zeigen sie sich in der Kopfhaut, an den behaarten Stellen des Gesichts, in der Nasenhaut, mässig weit an Brust, Bauch und Extremitäten, am weitesten am Rücken und Gesäss.

Die *Pars papillaris Corii*, die Wärzchenschicht, ist der grauröthliche äussere, an die Oberhaut stossende Theil der eigentlichen Lederhaut (S. Fig. 1.), der in seinem dichten, festen Gewebe den obern Theil der Haarbälge und Hautdrüsen und die Endausbreitung der Gefässe und Nerven der Haut enthält. Von den zahlreichen Erhabenheiten und Vertiefungen der äussern Fläche der *Pars papillaris* sind die Gefühlswärzchen von der grössten Bedeutung, andere dagegen nur von geringem Belang, nämlich die von der Oberhaut her bekannten Furchen und Falten aller Art, die zum Theil wenigstens auch an der Lederhaut sich zeigen und grösstentheils Folge der verschiedenen Lageveränderungen sind,

welche die Haut durch die Bewegungen ihrer eigenen contractilen Elemente (glatte Muskeln der *Tunica dartos*, des Warzenhofes, der Haarbälge), der mit ihr verbundenen Muskeln und der Glieder erleidet. Ausserdem sind auch die Oeffnungen der Haarbälge, Schweissdrüsengänge und gewisser Talgdrüsen an der entblössten *Cutis* und zum Theil noch besser als an der Oberhaut zu sehen.

Die Haut- oder Gefühlswärzchen, *Papillae tactus* (Fig. 2.), sind kleine, halbdurchscheinende, biegsame, jedoch ziemlich festgebaute Erhabenheiten der äussern Fläche der Lederhaut, die fast an allen Theilen des Körpers, jedoch nicht überall in gleicher Weise sich finden. Von Gestalt sind sie meist kegel- oder warzenförmig und im Querschnitte rund oder länglichrund, seltener keulenförmig oder überall gleichbreit. Ausserdem scheiden sich die kegelförmigen noch in einfache und zusammengesetzte, von denen die ersteren nur eine einzige Spitze besitzen, letztere dagegen von einer gemeinschaftlichen Basis aus in zwei, drei und noch mehr einfache Papillen auslaufen (Fig. 1 u. 2). An einigen wenigen Stellen nehmen die Fortsätze der *Cutis* selbst die Gestalt kurzer, niedriger Leistchen an, welche entweder mit gewöhnlichen Wärzchen gemischt sind oder, indem sie netzförmig ineinanderfliessen, dieselben auch wohl ganz verdrängen. Mit Bezug auf die

Fig. 2.

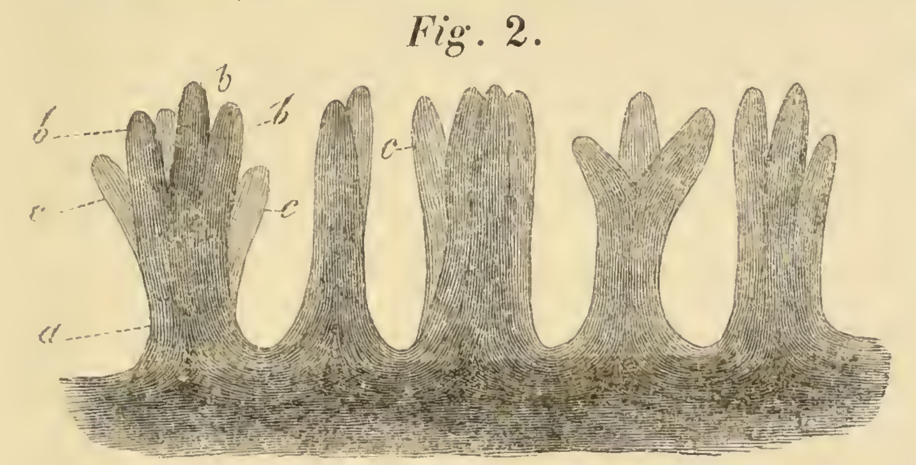


Fig. 3.

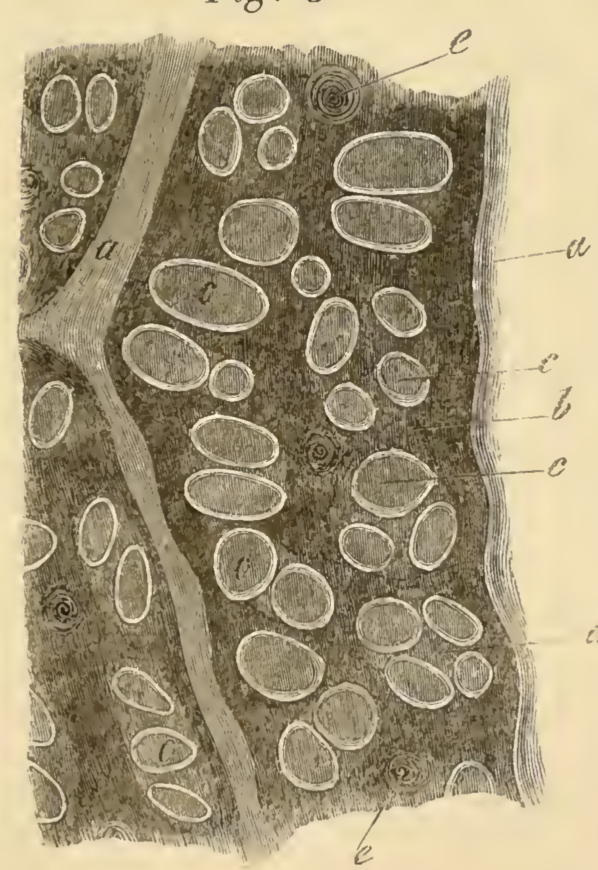


Fig. 2. Zusammengesetzte Papillen der Handfläche mit 2, 3 und 4 Zacken, 60 mal vergrössert; *a*. Basis einer Papille, *bb*. die einzelnen Ausläufer derselben, *cc*. Ausläufer von Papillen, deren Basis nicht sichtbar ist.

Fig. 3. Flächenschnitt der Fersenhaut durch die Spitzen der Papillen eines ganzen und zweier halben Leistchen, 60 mal vergr. Die reihenförmige Anordnung der Papillen, entsprechend den Leistchen der Lederhaut, ist deutlich sichtbar. *a*. Hornschicht der Oberhaut zwischen den Leistchen, die wegen ihres wellenförmigen Verlaufes bei einem Schnitte durch die Spitzen der Papillen mit getroffen wird. *b*. *Stratum Malpighi* der Oberhaut. *c*. Papillen, welche in mehr als zwei Reihen stehen; da aber immer mehrere derselben auf gemeinschaftlicher Basis sitzen, so sind doch, so zu sagen, nur zwei Reihen zusammengesetzter Papillen da. *d*. *Stratum Malpighi* zwischen den zu einer gemeinschaftlichen Basis gehörenden Papillen, das weil weniger dick, etwas heller erscheint. *e*. Schweisskanäle.

Stellung und Zahl, so sind die Papillen im Nagelbette, der Handfläche und Fusssohle sehr zahlreich und ziemlich regelmässig in zwei Hauptreihen, von denen jede 2—5 Papillen in der Quere besitzt, auf linienförmigen, $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{3}'''$ breiten, $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{6}'''$ hohen Erhabenheiten, den Leisten oder Riffen der Lederhaut, gelagert (Fig. 3), deren Verlauf, da er auch äusserlich an der Oberhaut sichtbar ist, keiner weitern Beschreibung bedarf. Anderwärts stehen die Papillen auf den ersten Blick ohne bestimmtes Gesetz über die Oberfläche der Lederhaut zerstreut, bei genauerem Zusehen gewahrt man aber doch auch hin und wieder, so an der Beugeseite des Vorderarms, des Oberschenkels u. s. w., Andeutungen einer linienförmigen Anordnung derselben. Ihre Anzahl erreicht hier manchmal diejenige der Handfläche und Sohle oder ist selbst noch bedeutender, wie an den *Labia minora*, der *Clitoris*, dem *Penis*, der Brustwarze, wo die Papillen ohne Zwischenräume eine dicht neben der andern sich erheben; zeigt sich jedoch in der Regel etwas geringer, wie an den Gliedern, mit Ausnahme der genannten Stellen, am *Scrotum*, Hals, Brust, Bauch und Rücken, indem hier oft hie und da, mitten unter verhältnissmässig dicht stehenden Wärzchen, einzelne meist kleine Stellen vorkommen, wo dieselben sehr zerstreut stehen oder selbst gänzlich fehlen.

Die Grösse der Papillen varirt ziemlich bedeutend. Die kürzesten von $\frac{1}{66}$—$\frac{1}{40}'''$ finden sich im Gesicht, namentlich an Augenlidern, Stirn, Nase, Wangen und Kinn, wo sie selbst gänzlich fehlen oder durch ein Netzwerk niedriger Leistchen ersetzt werden können, ferner an der weiblichen Brust ($\frac{1}{80}$—$\frac{1}{60}'''$), am *Scrotum* und der Basis des *Penis* ($\frac{1}{66}$—$\frac{1}{40}'''$). An den meisten übrigen Stellen beträgt ihre Länge von $\frac{1}{22}$—$\frac{1}{33}'''$, so an den Lippen ($\frac{1}{32}$—$\frac{1}{22}'''$), der behaarten Kopfhaut ($\frac{1}{40}$—$\frac{1}{32}'''$), am *Praeputium* ($\frac{1}{40}$—$\frac{1}{25}'''$), der *Glans penis* ($\frac{1}{40}$—$\frac{1}{20}'''$), der Brust des Mannes ($\frac{1}{33}$—$\frac{1}{26}'''$), am Warzenhof, wo einfache und zusammengesetzte Papillen sich finden ($\frac{1}{33}$—$\frac{1}{20}'''$), den *Labia majora* ($\frac{1}{33}$—$\frac{1}{20}'''$), der *Clitoris* ($\frac{1}{33}$—$\frac{1}{24}'''$), am Rücken der Finger ($\frac{1}{33}$—$\frac{1}{20}'''$). Die längsten von $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}'''$ besitzen die Handfläche, Fusssohle und die Brustwarze, an welchen Orten dieselben meist die Gestalt zusammengesetzter Wärzchen haben, ferner die vordern und hintern Enden des Nagelbettes ($\frac{1}{14}$ — $\frac{1}{10}'''$), und die *Labia minora* ($\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}'''$). Die Breite an der Basis beträgt an den meisten Papillen ungefähr eben so viel oder etwas weniger als die Länge; an einigen, wie an denen des *Scrotum*, des *Praeputium*, der Peniswurzel, übertrifft sie selbst die Länge um $\frac{1}{3}$ und mehr, weshalb auch diese Papillen exquisit warzenförmig, ja selbst in Gestalt kurzer Leistchen erscheinen; an den längsten Papillen endlich misst die Breite $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ der Länge.

Die Dicke der eigentlichen Lederhaut varirt viel weniger als die des Unterhautzellgewebes von $\frac{1}{8}$—$1\frac{1}{2}'''$ und beträgt an den meisten Orten $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}'''$. Am dünnsten ($\frac{1}{5}$—$\frac{1}{8}'''$) ist dieselbe im äussern Gehörgang, an den Lidern, dem rothen Lippentheil, der *Glans penis* und *clitoridis*; dünn ($\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}'''$) am *Praeputium*, *Penis*, *Scrotum*, den *Labia majora* und *minora*, im Warzenhof, am Ohr, dem Nasenrücken; $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}'''$ dick an den Extremitäten (an den beiden ersten Abschnitten hat die Streckseite eine dickere Haut, an Hand und Fuss die Beugeseite), an Brust, Bauch, Hals (vorn), Stirn, Wange und dem behaarten Theil des Kopfes; $\frac{1}{2}$—$1'''$ am Rücken, Kinn, Ober- und Unterlippe (dem behaarten Theil), Nasenflügel, an dem Ballen der Sohle, der Beere der grossen Zehe, dem Schulterblatt und Gesäss; 1—$1\frac{1}{2}'''$ an der Ferse. Beim weiblichen Geschlechte, bei zartem Körperbau, bei Individuen, die wenig im Freien leben, ist die Lederhaut zarter, doch bleiben im Allgemeinen die Differenzen der verschiedenen Körpergegenden in der angegebenen Relation bestehen, gerade wie sie auch schon beim Kind und Neugebornen nachzuweisen sind. Beim Neger ist nach *Krause* (l. c.) die Haut am ganzen Körper merklich dicker als beim Europäer.

Die eigentliche Lederhaut bildet für sich oder mit dem Unterhautzellgewebe an gewissen Stellen Furchen, Runzeln und selbst grössere Falten, die entweder nur zeitenweise auftreten oder bleibend sind. Ursprünglich nur zeitenweise auftretend aber mit der Zeit immer mehr bleibend sind die Falten, die in Folge von Bewegungen der Glieder an Gelenken, durch Contractionen willkührlicher Muskeln an der Stirn, den Brauen, im Gesicht überhaupt, in der Hohlhand, durch glatte Muskeln am *Scrotum*, dem Warzenhofe und um die Haarbalgmündungen herum, durch Zusammenziehungen von Gefässen und Aufquellen der Haut (durch Kälte und langes Verweilen in Flüssigkeiten) an den Finger- und Zehenbeeren auftreten. Eine grössere, jedoch zeitenweise sich verwischende Duplicatur ist die Vorhaut, bleibende das Ohrläppchen, die Nymphen. Auf ursprünglichen Verhältnissen beruhende Furchen der ganzen Lederhaut zeigen sich in der *Vola manus*, *Planta pedis* und an manchen Gelenken, wo sie von einer strafferen Befestigung derselben an die tieferen Theile herrühren. Bei Frauen, die öfter geboren haben, erscheinen am Unterleibe charakteristische Runzeln und im Alter nehmen diese unangenehmen Mahner nicht bloss wegen der langen Einwirkung der Muskeln, sondern auch wegen des Schwindens des Fettpolsters, das in der Jugend die Haut praller macht, in erschreckender und doch gesetzmässig bestimmter Weise zu.

Die Lederhaut zeigt in chemischer Beziehung vorzüglich die Cha-

raktere des Bindegewebes, welches ihre Hauptmasse bildet. Sie fault schwer, lässt sich leicht trocknen und wird dann gelblich, durchscheinend und steif aber biegsam und fault nicht mehr. In kochendem Wasser schrumpft sie anfangs zusammen, löst sich dann aber, und zwar nicht bei allen Thieren gleich rasch, und bei jüngern schneller als bei ältern, zu Leim, *Colla*, auf, was bei Behandlung mit verdünnten Säuren und Alkalien schon bei der gewöhnlichen Temperatur geschieht. Mit basisch-schwefelsaurem Eisenoxyd und dem Quecksilberchlorid vereinigt sie sich, wenn man sie in Auflösungen dieser Salze legt und fault dann nicht mehr; dasselbe geschieht nach vorläufiger Aufweichung in Wasser oder sehr verdünnten Säuren bei Zusatz von Gerbsäure haltenden Pflanzenstoffen (Gerben, Leder). Eine Analyse von *Wienholt* ergab

Hautgewebe (Gefässe mit inbegriffen)	32,53
Wasser, worin gelöst waren	57,50
Eiweiss	1,54
Alkoholextract	0,83
Wasserextract	7,60.

Bei einer dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse entsprechenden Analyse müsste besonders auch auf das viele elastische Gewebe in der Haut und auf die glatten Muskeln Rücksicht genommen werden.

Eine Trennung der eigentlichen Lederhaut in 2 Schichten ist vollkommen künstlich, denn wenn auch die äusserste und innerste Lage derselben in sehr vielen Punkten von einander abweichen, so gehen dieselben doch in der Mitte vollkommen unmerklich ineinander über. Die von mir angenommenen zwei Theile können und sollen daher nicht anders als durch die Vereinfachung der Beschreibung vertheidigt werden. — Die zusammengesetzten Papillen der Haut wurden von *Wilson* und *Simon* (l. c. pg. 3.) zuerst berücksichtigt und vielleicht auch von *Krause* an der Brustwarze gesehen (l. c. pg. 110.); man erkennt dieselben schon an frischer Haut ganz deutlich auf horizontalen Schnitten, noch besser bei der Maceration. Von zusammengesetzten Papillen am Handrücken, die *Weber* neulich erwähnt (Artikel Tastsinn in *Wagner's* Handwörterbuch III. p. 823.), habe ich nichts gesehen. In Betreff der Zahl der Papillen an verschiedenen Hautstellen fehlen genaue Untersuchungen. *Weber* rechnet auf eine □‴ der *Vola manus* 81 zusammengesetzte oder 150 — 200 kleinere Papillen. Mit Bezug auf die Anordnung der Leisten von Handfläche und Fusssohle und die vorkommenden Varietäten verweise ich auf *Purkinje* (l. c.) und auch auf *Huschke*; die Breite derselben ist sehr variabel, ebenso die Zahl der Papillen, die sie tragen. Nur zwei Reihen, wie die meisten Autoren annehmen, kommen gar nicht vor, ich zählte im Mittel 4 — 6 und in einzelnen Fällen hie und da bis auf 8—10 einfache und zusammengesetzte Wärzchen in der Breite.

§. 5.

Die Grundlage und Hauptmasse der Lederhaut besteht aus Fasern, die theils zum Bindegewebe, theils zum elastischen Gewebe gehören. Zwischen diesen Fasern kommen hie und da glatte Muskeln und fast überall Fettzellen oft in ungeheurer Menge vor, während Blutgefässe, Nerven und Saugadern durch alle Theile der Lederhaut in reichlichster Zahl sich hindurchziehen.

§. 6.

Das Bindegewebe, das in allen Theilen der Lederhaut in grosser Menge vorhanden ist, giebt in Bezug auf seine elementäre Structur zu wenig Bemerkungen Anlass.

In der *Fascia superficialis* finden sich bald mässig breite Bündel, bald grössere Balken und Blätter von Fibrillen, die sich nicht in einzelne Bündel zerlegen lassen; indem diese Elemente parallel neben und dicht über einander sich legen, und zugleich nach allen möglichen Richtungen sich kreuzen, entsteht eine feste Haut, die je nach ihrer Dicke künstlich in eine verschiedene Zahl von Lamellen gespalten werden kann.

Im fettlosen Unterhautzellgewebe des *Scrotum, Penis* u. s. w. erscheinen gröbere und feinere Bindegewebsbündel, die theils in mannigfacher Richtung aneinander vorbeiziehen oder, wie namentlich am *Penis*, nicht selten wirklich anastomosiren und das von mir (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd.* 1. *p.* 54.) sogenannte netzförmige Bindegewebe darstellen. Diese Bündel setzen, und zwar die nicht anastomosirenden für sich oder zu Balken und Blättern vereint, ohne irgend welche Zwischensubstanz ein loses Maschenwerk zusammen, dessen Räume alle untereinander communiciren und im normalen Zustande eine äusserst geringe Menge Flüssigkeit enthalten. Dieselbe Anordnung der Bindegewebsbündel findet sich auch im *Panniculus adiposus*, nur dass dieselben hier meist ausgedehntere Lamellen von verschiedener Stärke zusammensetzen, die meist viel grössere und von Fett erfüllte Maschenräume einschliessen, und dass netzförmiges Bindegewebe, so viel ich wenigstens sehe, spärlich ist oder gänzlich fehlt. Die stärkeren Streifen, welche von Stelle zu Stelle von den *Fascien* zur Fetthaut oder von dieser zur eigentlichen Lederhaut gehen, haben, namentlich die letzteren, mehr den Bau der Sehnen und bestehen aus parallelen, wellenförmigen, undeutlich in Bündel abgetheilten Fibrillen.

Die *Bursae mucosae subcutaneae* sind nichts als grössere, einfache oder theilweise getheilte Maschenräume im Unterhautzellgewebe,

in der *Fascia superficialis* (*Bursa olecrani*) oder zwischen den Blättern der *Fascia muscularis* (*Bursa patellae*). Die innen glatten aber mit vielen Unebenheiten versehenen Wandungen derselben sind aus gewöhnlichem Bindegewebe gebildet, besitzen kein *Epitelium* und schliessen etwas klebrige, helle Flüssigkeit ein.

Ungemein wiegt das Bindegewebe vor in der *Pars reticularis* der eigentlichen Lederhaut, wogegen es, vorzüglich wegen der ausnehmend zahlreichen Gefäss- und Nervenausbreitungen, in der *Pars papillaris* wieder etwas zurücktritt. Am ersteren Orte setzt dasselbe einmal in Gestalt von breiteren und schmäleren, wellenförmig verlaufenden Bündeln die hautartigen Streifen zusammen, die in allen denkbaren Richtungen gekreuzt neben- und in vielen Schichten übereinander liegen, und das dem blossen Auge sichtbare Maschenwerk der innern Lederhautlagen darstellen, und umgibt zweitens in Form eines lockeren Gewebes die verschiedenen in den Maschen gelegenen Haarbälge, Drüsen, Gefässe u. s. w. In der *Pars papillaris* bildet das Bindegewebe mit Bündeln verschiedener Stärke ein, je weiter nach aussen man geht, um so dichteres Geflecht in der Weise, dass zu äusserst eine zusammenhängende feste Haut entsteht, in der keine besondern, von Fett und lockerem Bindegewebe u. s. w. erfüllten weitern Räume, sondern nur enge Lücken zur Aufnahme der Drüsenausführungsgänge und Haarbälge sich finden. Der alleräusserste Theil der Lederhaut besteht in vielen Fällen, am schönsten an den Nasenflügeln, deutlich aus denselben Bindegewebsbündeln oder wenigstens aus Fibrillen wie die tieferen Schichten, in anderen Fällen erscheint derselbe auf eine ganz schmale Strecke mehr homogen mit undeutlicher Faserung. Das letztere gilt von den Papillen, in denen oft nichts als eine blasse, hie und da feingranulirte Substanz und nichts von Fasern zu sehen ist. Andere Male (Fig. 4.) bestehen dieselben aus ganz deutlichen, der Länge nach verlaufenden geschlängelten Bindegewebsfibrillen, welche an der Spitze schleifenartig umbiegen und an der Basis in die Fasern der

Fig. 4.

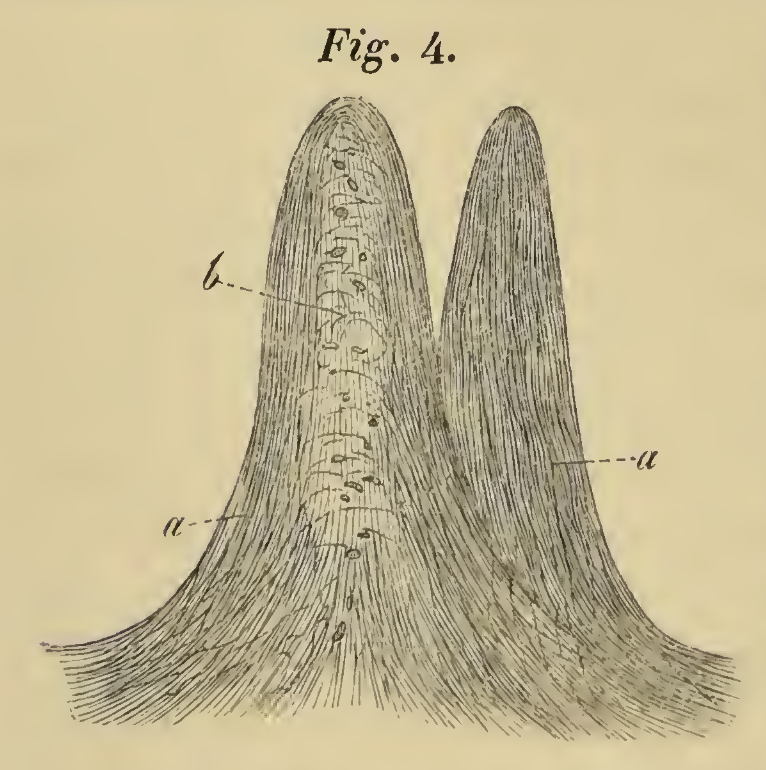


Fig. 4. Zwei Papillen der Handfläche von leicht macerirter Haut 350 mal vergr. *a*. Wellenförmig verlaufende, ausnehmend deutliche Bindegewebsfibrillen. *b*. In der Axe der einen Papille gelegene quere Fibrillen und kernartige Gebilde, welche letztere vielleicht der Blutgefässschlinge angehören. Von den Nerven ist ohne Reagentien keine Spur zu sehen.

übrigen Lederhautfläche auslaufen. Diese Fasern, die nach leichter Maceration der Haut besonders schön sichtbar sind, nehmen besonders die äussern Theile der Papillen ein und lassen im Innern einen Raum für Gefässe und Nerven offen, der hie und da von cirkelförmigen Fibrillen sich umgürtet zeigt. Eine strukturlose Haut (*Todd* und *Bowman's Basement membrane*), als Bekleidung der Oberfläche der Lederhaut und der Papillen, kann ich beim Erwachsenen nicht annehmen, denn wenn auch die genannten Theile ganz scharf contourirt sind, so lässt sich doch auf keinerlei Weise an denselben eine besondere Haut darstellen. Dagegen scheint allerdings (siehe unten) eine solche Haut beim Embryo da zu sein, was dann die Annahme ihrer Existenz auch in spätern Zeiten, jedoch verschmolzen mit der übrigen Lederhaut, rechtfertigen würde.

§. 7.

Elastisches Gewebe. Fast alle Theile der Lederhaut im weitern Sinne sind reich an elastischen Fasern der gröbern oder feinern Art (eigentlichen elastischen Fasern und Kernfasern). Im Unterhautzellgewebe finden sich dieselben einerseits sehr spärlich in den schon oben berührten mehr sehnigen Streifen hie und da als ein lockeres Netz feiner Kernfasern und feiner elastischer Fasern, oder als isolirte, geschlängelte Kernfasern andrerseits in der *Fascia superficialis* in reichlichster Fülle. Hier sieht man in besondern, zwischen das Bindegewebe eingeschalteten Lagen bald weitmaschige Netze von Kernfasern, bald wirkliche engmaschige, elastische Netzhäute mit platten Fasern von 0,002—0,004‴, selbst 0,005‴, die manchmal selbst an die gefensterten Häute der Arterien erinnern, ohne jedoch wirklich ihnen ganz gleich zu werden. (Vergl. die Abbildung im 2. Buche von den elastischen Fasern der *Fascia lata*.) Der *Panniculus adiposus* und die Wandungen der *Bursae mucosae subcutaneae* stehen zwischen den beiden genannten Theilen in der Mitte; letztere enthalten in ihrem Bindegewebe ziemlich viele Netze von Kernfasern und feinen elastischen Fasern, während die ersteren in den zarten, die Fettklümpchen umgebenden Bindegewebehäutchen gar keine oder nur spärliche Kernfasern führen, wogegen in den stärkeren Häuten und Bälkchen reichliche Netze von solchen oder feineren (selten über 0,0015‴) elastischen Fasern vorkommen, die jedoch niemals, wie in der *Fascia superficialis*, zusammenhängende elastische Häute bilden, sondern in verschiedenen Höhen durch das Bindegewebe ziehen. Das fettlose Unterhautzellgewebe endlich schliesst in der Regel ungemein viele, netzförmig verbundene oder Arabeskengestalt zeigende Kernfasern, selten breite elastische Fasern ein. Umspinnende Kernfasern (*Henle*) fand ich bis

jetzt nur in diesem Theile (*Scrotum*, *Penis*) und im Unterhautzellgewebe der Handfläche.

Auch die eigentliche Lederhaut enthält elastische Elemente in beträchtlicher Zahl. Als Regel findet man in der *Pars reticularis* vorwiegend wirkliche elastische Fasern von platter Gestalt und höchstens 0,0035‴ Breite, daneben noch Kernfasern in geringer Menge, in dem Papillartheil dagegen mehr Kernfasern und zartere elastische Fasern von nur 0,001‴, in den Papillen selbst endlich niemals elastische Fasern, dagegen fast in allen, oft in beträchtlicher Zahl, Kernfasern. (Siehe die Fig. 12 bei §. 11.) Durch Armuth an elastischen Elementen zeichnet sich aus die Lederhaut der Handfläche, Sohle und Nase, durch grossen Reichthum die der Gelenke, des *Penis* und *Scrotum*. Beim weiblichen Geschlechte tritt in der ganzen Haut das elastische Gewebe etwas in den Hintergrund. Die Anordnung der genannten Fasern in der eigentlichen Lederhaut betreffend, so erscheinen die elastischen im engern Sinne selten in der Arabeskenform, meist als Netze, doch nie als zusammenhängende Häute, sondern als lockere, in vielen Schichten übereinanderliegende und stellenweise untereinander vereinigte Gitterwerke, die mitten durch das Bindegewebe ziehen und verschiedentlich mit dessen Fasern sich kreuzen. Die Kernfasern verhalten sich in den meisten Fällen ebenso und einigen sich auch oft mit den elastischen Fibern, oder sie zeigen sich als isolirte Fäserchen (Papillen) und umspinnende Fasern (Handfläche, Ferse).

Noch erwähne ich, dass, abgesehen von den später zu besprechenden Hüllen der Haare und Drüsen, in gewissen Theilen der Lederhaut auch freie Kerne vorkommen, wie namentlich in der *Tunica dartos* und im Unterhautzellgewebe des *Penis*. Diese Kerne sind durchaus nicht in Zellen eingeschlossen und fast alle länglich rund, seltener spindelförmig und im Uebergange in Kernfasern begriffen; häufig haften sie seitlich an Bindegewebsbündeln, wodurch sie sich wohl unzweifelhaft als die wenig veränderten Kerne der Zellen ergeben, aus denen das Bindegewebe sich bildete. Auch *Todd* und *Bowman* (p. 74) erwähnen solche Kerne als etwas im Bindegewebe nicht Seltenes.

§. 8.

Glatte Muskeln kommen meinen Untersuchungen zufolge in der Haut weit verbreiteter vor als man bisher angenommen hat. Nicht nur finden sich dieselben in der *Tunica dartos*, wie *Todd* und *Bowman* (p. 161) und *Valentin* (p. 787) melden, sondern auch im Unterhautzellgewebe des *Penis* und *Perinaeum*, im Warzenhofe und in der

Brustwarze und an allen behaarten Hautstellen in den Haarbälgen und der eigentlichen Lederhaut.

Im Unterhautzellgewebe des Hodensackes, des *Penis*, die Vorhaut inbegriffen, und des vordern Theiles des Mittelfleisches sind die glatten Muskeln fast ohne Ausnahme ungemein entwickelt, so dass man die stärkeren Bündel derselben leicht mit blossem Auge sehen und in ihrer Anordnung verfolgen kann. Die von mir beschriebenen (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. I.*) muskulösen Faserzellen, die ohne Zweifel auch hier durch Aneinanderlagerung die Muskelbündel bilden, habe ich nur in seltenen Fällen zu isoliren vermocht, dagegen liessen sich die Bündel als Ganze, da sie meist nur von ganz lockerem Bindegewebe umgeben sind, mit und ohne Essigsäure leicht erkennen. Man sieht an denselben die bekannte Längsstreifung und eine feine Granulirung, jedoch ohne grössere Fettkörnchen, ferner eine grosse Menge sehr langer und schmaler, oft leicht geschlängelter Kerne von 0,011—0,013''' Länge und ausserdem noch eine geringe Beimengung eines mit Kernfasern versehenen Bindegewebes, das sich besonders in Form einer zarten äussern Hülle um die Bündel zeigt; sehr selten auch, wie ich es einmal in der *Tunica dartos* sah, im Innern der Bündel geschlängelte Kernfasern. Die Stärke und Zahl dieser etwas abgeplatteten Bündel ist am bedeutendsten in der *Tunica dartos*, wo sie bis zu 1/3 und 1/2''' in der Breite messen, am geringsten im Mittelfleisch und in der Vorhaut. In Bezug auf ihre Anordnung ist zu bemerken, dass sie theils in der Nähe der Gefässe und Nerven, theils mehr isolirt im Bindegewebe verlaufen, netzförmig untereinan-

Fig. 5.

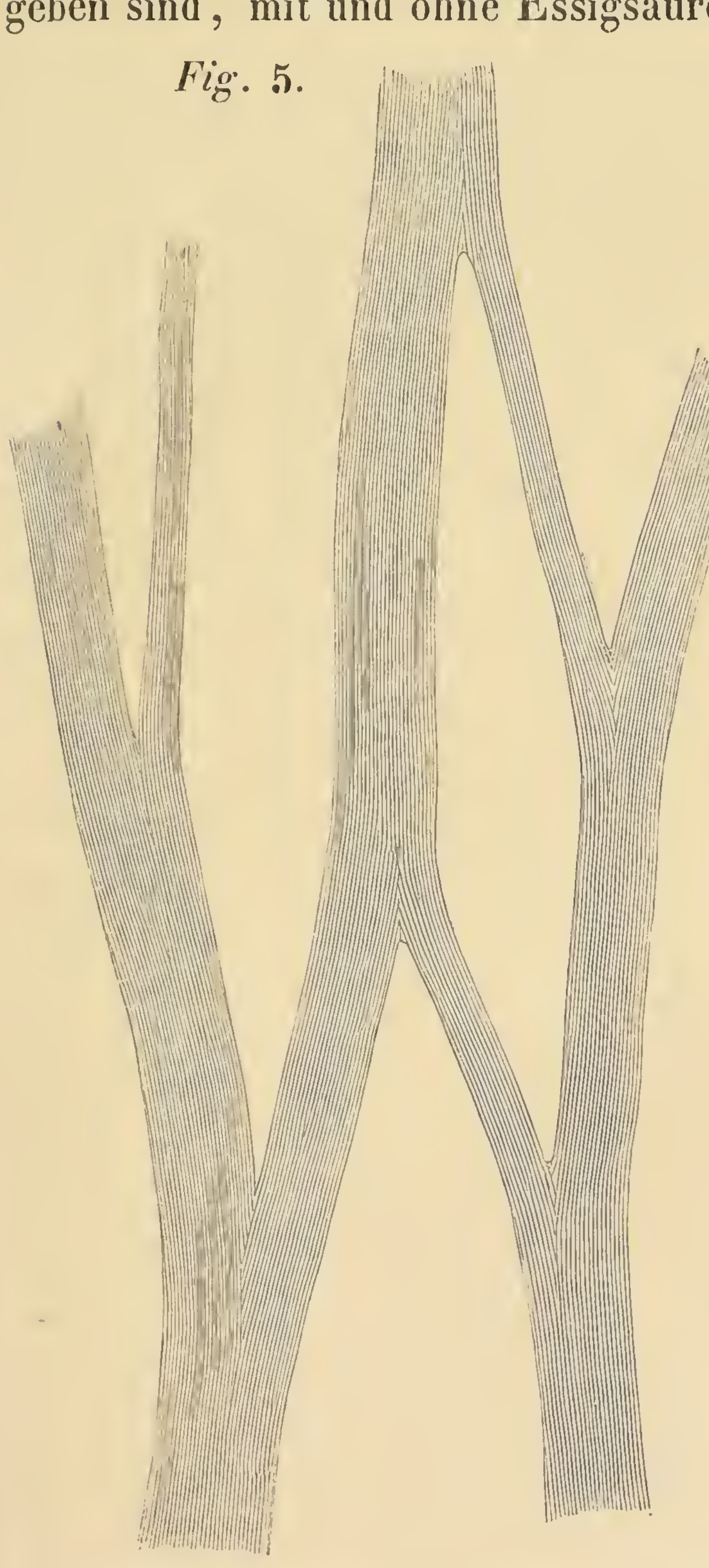


Fig. 5. Anastomosirende Bündel glatter Muskeln aus dem Unterhautzellgewebe des *Penis* 20 mal vergrössert.

der zusammenhängen (Fig. 5.) und vorzüglich parallel der Raphe des Scrotum und der Längsaxe des Gliedes ziehen, jedoch namentlich an letzterem nicht selten mit starken Bündeln auch quer verlaufen. Ueberall liegen diese Netze in mehreren, stellenweise unter sich zusammenhängenden Lagen übereinander, so dass namentlich in der *Tunica dartos* eine wahre organische Muskelhaut entsteht, die im Kleinen die Verhältnisse der Muskellage der Harnblase z. B. wiederholt. Diese Haut ist nach innen durch eine Lage lockern, muskellosen Bindegewebes von den tiefern Theilen (*Vaginalis communis*, Faserhaut des Penis) getrennt, nach aussen stösst dieselbe an die hier sehr zarte Lederhaut und die in derselben befindlichen Haarbälge und Talgdrüsen.

Auch im Warzenhofe und in der Brustwarze sind die glatten Muskeln, namentlich beim weiblichen Geschlechte, in der Regel bedeutend entwickelt. Sie zeigen sich in Gestalt von Bündeln von derselben Natur, wie die der *Tunica dartos*, jedoch ohne Hülle von Bindegewebe und beigemengten Kernfasern. Dieselben sind im Warzenhofe in einer zarten, nach innen bis zur Basis der Warze stärker werdenden Schicht kreisförmig angeordnet und meist durch ihre Breite (bis zu $1/3'''$) und gelbröthlich durchscheinende Färbung schon dem unbewaffneten Auge sichtbar; in der Warze selbst verlaufen dieselben theils kreisförmig, theils senkrecht und vereinigen sich zu einem dichten Netzwerk, durch dessen Maschen die Ausführungsgänge der Milchdrüse ziehen. Die Hauptmasse dieser Muskeln liegt in der Lederhaut selbst und bildet einem guten Theile nach die untern Schichten derselben, ein kleinerer Theil, namentlich im Warzenhofe, gehört jedoch auch dem Unterhautzellgewebe an.

Endlich sind die glatten Muskeln noch in den Haarbälgen, wovon unten mehr, und in den obern Theilen der Lederhaut, und zwar hier, wie ich zu glauben berechtigt bin, an allen Stellen, wo Haare vorkommen, zu finden, wenigstens habe ich dieselben bis jetzt nachgewiesen am Vorderarm, Oberarm, der Brust bei beiden Geschlechtern, der Aftergegend, dem Schamberge, den *Labia majora*, dem Unterleibe, Rücken, Ober- und Unterschenkel, wogegen sie an unbehaarten Theilen, wie in der Sohle und Handfläche, gänzlich fehlen. Ueberall zeigen sie sich in Form von platten, 0,1—0,16''' brei-

Fig. 6.

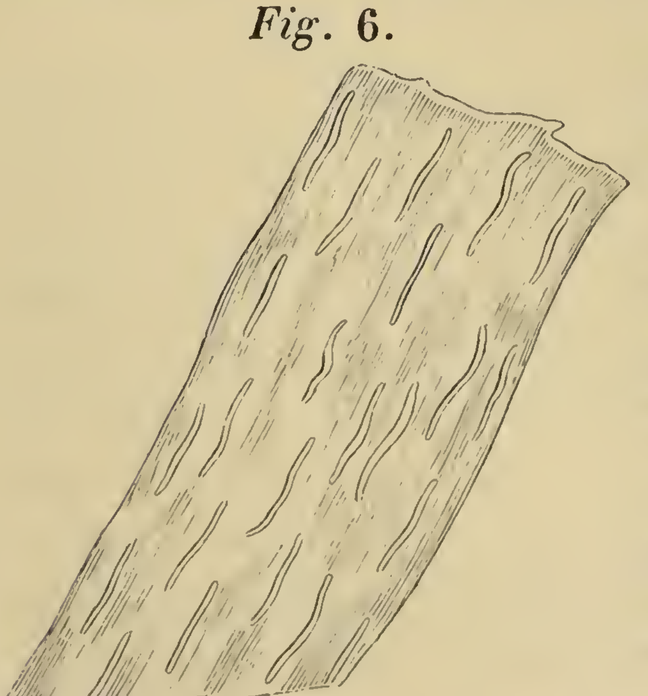


Fig. 6. Ein Theil von einem Bündel glatter Muskeln aus der Lederhaut des Unterschenkels äusserlich an einem Haarbalg, mit Essigsäure; 350 mal vergr.

ten Bündeln (Fig. 6.), deren Elemente ganz so beschaffen sind, wie in der *Tunica dartos*, und in günstigen Fällen selbst sich isoliren lassen. So viel ich ausfindig machen kann, liegen dieselben ohne Ausnahme je ein oder zwei Bündel neben dem obern Theile der Haarbälge und Talgdrüsen, entspringen wahrscheinlich von obern Theilen des *Corium* und setzen sich, wie ich mit Bestimmtheit angeben kann, indem sie schief von aussen nach innen nach den Haarbälgen zu verlaufen und die Talgdrüsen umfassen, an dieselben dicht hinter den genannten Drüsen an.

Wie weit bei Thieren glatte Muskeln in der Haut verbreitet sind, ist noch nicht erforscht. Vielleicht, dass sie hier der mächtigen quergestreiften Hautmuskeln wegen spärlicher vorkommen oder theilweise ganz fehlen. Sicher ist, dass an den Tasthaaren der Säuger keine glatten Muskeln sich finden. Dagegen traf ich solche sehr ausgezeichnet (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. II.*) bei Vögeln (Gans, Huhn, Taube), deren sogenannte Hautfedermuskeln von blossem Auge sichtbare, zum Theil relativ recht grosse glatte Muskeln mit denselben Elementen wie anderwärts sind, die jedoch, was in mehrfacher Beziehung unerwartet sein möchte, durch Sehnen und zwar aus zierlichem elastischen Gewebe an die Federbälge sich ansetzen.

§. 9.

Fettzellen. Viele Theile der Lederhaut im weitern Sinne sind reich an Fettzellen, die im Allgemeinen zwar mit denen des übrigen Körpers übereinstimmen, aber doch mehr als anderswo durch gewisse Abweichungen sich auszeichnen.

Der Sitz dieser Zellen ist vorzüglich das Unterhautzellgewebe, in dem sie sich fast über den ganzen Körper in so ausserordentlicher Menge zeigen, dass dasselbe zu einer vorwiegend aus ihnen bestehenden gelblichen Lage, der bekannten Fetthaut, wird. In dieser liegen die Fettzellen nicht in grossen Ausbreitungen beisammen, sondern erfüllen in grösseren oder kleineren Klümpchen die verschiedenartig gestalteten Maschenräume des Bindegewebes (Fig. 1. *f*). Jedes der, dem blossen Auge deutlich begrenzt erscheinenden Klümpchen oder Fettläppchen (auch wohl Fetträubchen) hat eine besondere Hülle von Bindegewebe, in der die der Ernährung der Fettzellen bestimmten Gefässe verlaufen und besteht entweder aus einem einfachen Aggregate von Zellen, oder aus einer, je nach seiner Grösse varirenden Zahl von kleineren und kleinsten Läppchen, von denen jedes wieder seine eigene zarte Bindehülle hat; nach *Todd* und *Bowman* soll selbst jede einzelne Zelle ihre besondere Bekleidung und Gefässe darin besitzen, was jedoch, wenn auch in manchen Fällen

richtig, gewiss nicht in allen vorkommt. Die zusammengesetzten Fettträubchen finden sich besonders schön bei grosser Entwicklung der Fetthaut und lassen dann eine grössere Zahl immer kleiner werdender Fettklümpchen mit successive immer feineren Scheiden erkennen; bei magern Individuen finden sich dagegen einfachere Klümpchen, was auch bei dem in der eigentlichen Lederhaut befindlichen Fette die Regel ist, das nur ungefähr bis zu den Talgdrüsen emporsteigt und im *Corpus papillare* selbst gänzlich fehlt. Nicht zu Läppchen vereinigte, isolirte oder reihenweise neben den Gefässen liegende Fettzellen sah ich bis jetzt nur, obschon in geringer Menge, in den tiefsten Lagen der *Tunica dartos*, ferner hie und da um die Haarbälge herum und zwischen den Windungen der Kanäle der Schweissdrüsen.

Die Beschaffenheit der Fettzellen der genannten Theile ist bei nur einigermassen wohlgenährten Individuen die, dass dieselben runde oder ovale, 0,01—0,06‴ (im *Panniculus adiposus* der Handfläche nach *Harting* [l. c. p. 51.] beim Manne 0,022—0,034‴, im Mittel 0,046‴) grosse dunkelrandige, mit flüssigem blassgelbem, einen einzigen Tropfen bildendem Fette erfüllte Zellen mit einem wandständigen, schwer sichtbar zu machenden Kerne darstellen (Fig. 7). Bei Magern finden sich dagegen fast gar keine Zellen dieser Art, sondern mehr oder weniger abweichende Formen. In weissgelblichen Fettträubchen zeigen sich hin und wieder Zellen, die statt eines grossen Fetttropfens mit vielen kleinen erfüllt sind und ganz granulirt und undurchsichtig aussehen. Am häufigsten aber sind in den ihrer grossen Mehrzahl nach intensiv gelb, gelbroth oder braungelb gefärbten kleineren Fettläppchen Zellen, wie sie schon zum Theil von *Henle* (p. 394) und *Todd* und *Bowman* (I. p. 82), neulich auch von *Gerlach* beschrieben worden sind, die neben dem mehr oder weniger geschwundenen Fett eine helle Flüssigkeit enthalten, serumhaltige Fettzellen (Taf. 1. Fig. 1, 1). Die einen derselben gleichen noch sehr den gewöhnlichen Fettbläschen, indem der Rest des Fettes einen noch ziemlich grossen Tropfen bildet und das zwischen demselben und der Membran der Zelle angesammelte Serum spärlich ist; bei andern schwimmt in vieler Flüssigkeit eine sehr verkleinerte, intensiv gelbgefärbte Fettkugel, bei noch andern endlich finden

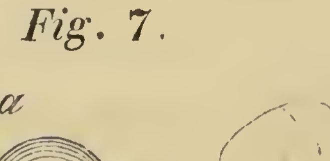
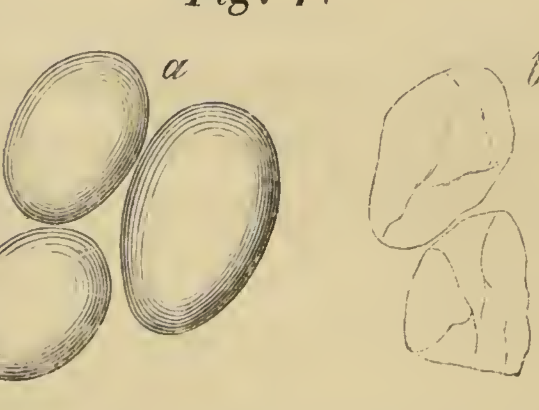
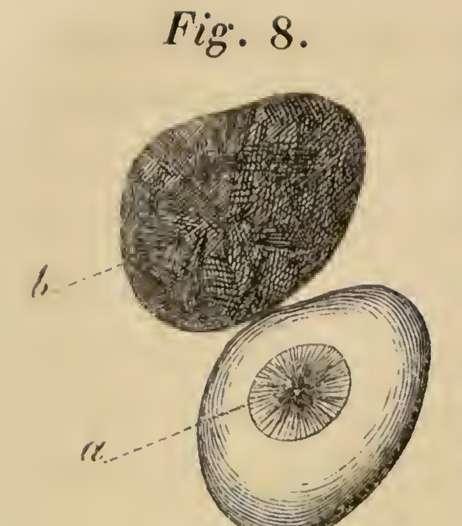



Fig. 7. Normale Fettzellen von der Brust 350 mal vergr. *a*. Ohne Reagentien, *b*. nach Behandlung mit Aether, wodurch das Fett ausgezogen wird und die faltige zarte Hülle bleibt.

sich mehrere oder viele Fetttropfen von gleicher oder verschiedener Grösse in viel oder wenig Serum. Alle diese Zellen ohne Ausnahme besitzen, wovon ich mich bei vielen Individuen überzeugte, einen wandständigen, meist länglich runden 0,003—0,004‴ grossen, manchmal selbst mit einem Nucleolus versehenen Kern (Taf. I. Fig. 1. *a*), der in der Regel schon ohne Essigsäure sichtbar ist und auf jeden Fall bei Anwendung dieses Reagens deutlicher hervortritt. Die Zellmembran ist entweder von normaler Beschaffenheit, so wie sie an mit Aether behandelten gewöhnlichen Fettzellen erscheint, ja eher noch zarter als gewöhnlich, so dass sie oft äusserst schwer zu sehen ist und man auf den ersten Blick nichts als frei im Bindegewebe liegende Fetttropfen vor sich zu haben glaubt; oder sie ist verdickt, bald so dass sie nur als einfacher, aber dicker, dunkler Strich erscheint oder in der Weise, dass sie doppelte blasse Contouren und eine Breite von 0,001—0,002‴ zeigt (Taf. I. Fig. 1, 3). Die Grösse der Zellen überhaupt ist geringer als normal, 0,01—0,015‴. Am Zierlichsten nehmen sich von denselben allen die aus, die einfache dunkle Contouren, viel Serum und einen einzigen dunkelgelben Fetttropfen enthalten, indem ein Haufen solcher Zellen nicht selten einem regelmässigen Knorpelgewebe mit fetthaltigen Zellen gleicht und geeignet ist, auch den Ungläubigsten von der Zellennatur der das Fett einschliessenden Bläschen zu überzeugen.

Die dritte Form der eben beschriebenen Zellen nun bildet, indem ihre Fettkörner spärlicher und kleiner werden, den Uebergang zu einer zweiten Art von Fettzellen, wenn man sie noch so nennen darf, nämlich zu den fettlosen, nur serumführenden, welche schon *Hunter* (*Henle Allgem. Anat. p.* 397) und *Gurlt* (*Physiologie der Haussäugethiere*, 2. *Aufl. S.* 22) gesehen, jedoch nicht genauer beschrieben haben. Diese Zellen (Taf. I. Fig. 1, 2.) finden sich selten in grösserer Menge für sich allein und, wo dies der Fall ist, nur in gallertartigem blassem Unterhautzellgewebe an Stellen, die normal Fett enthalten (Leistengegend z. B.), meist trifft man sie neben den schon beschriebenen fettarmen Zellen und zwar in einer blassgelben, gallertartigen Fetthaut in grösserer Menge, spärlicher in mehr derbem, dunkler gefärbtem, wenn schon sehr wenig entwickeltem Panniculus. Die Membranen dieser Zellen sind bald zart, bald verdickt, die Kerne immer vorhanden und besonders leicht zu sehen, sobald es einmal gelungen ist, die Zellen selbst gehörig zu isoliren.

Endlich giebt es in weissgelblichen oder ganz weissen, bei magern Leuten mehr isolirt vorkommenden Fettklümpchen neben gewöhnlichen und serumhaltigen Fettzellen, noch eine Art, die Krystalle führen



(Fig. 8. *b*). Dieselben zeigen sich auf den ersten Blick ganz undurchsichtig und wie mit Körnern erfüllt, bei genauerem Zusehen gewahrt man aber bald, dass die vermeintlichen Körner nichts als nadel- oder stabförmige, meist sternförmig vereinigte Krystalle sind, die ich ihrer Löslichkeit in kochendem nicht aber in kaltem Aether wegen und weil das menschliche Fett mehr Margarin als Stearin enthält, für Margarinsäurekrystalle halten möchte. Neben diesen mit Krystallen ganz erfüllten Zellen trifft man ohne Ausnahme noch andere, die, wie *Raspail*, *Henle*, *Todd* und *Bowman* schon beobachteten, neben einem die Zelle erfüllenden Fetttropfen eine einzige, oder, wie ich auch sah, 2, 3—6 an der Zellenmembran liegende Gruppen von Krystallnadeln enthalten (Fig. 8. *a*).

In der Haut des *Scrotum*, die gewöhnlich als des Fettes gänzlich entbehrend beschrieben wird, zeigen sich besonders in den innersten Lagen der *Tunica dartos* spärliche Fettzellen, die nicht blos dadurch, dass sie nicht zu Häufchen vereinigt sind, vielmehr reihenweise längs der Gefässe liegen, sondern auch durch ihren Bau dem Auge auffallen. Nur wenige derselben gleichen, obschon nicht grösser als 0,006—0,01‴, gewöhnlichen Fettzellen, die meisten derselben sind bei der gleichen Grösse entweder so mit mässig dunkeln kleinen Körnchen erfüllt, dass sie ganz granulirt und undurchsichtig (bei auffallendem Lichte weiss) erscheinen, oder blass und neben einer hellen Flüssigkeit mit einem deutlichen, 0,004‴ grossen, länglichrunden Kern versehen. Dass diese letzteren Zellen, die blassen und die granulirten, zusammengehören, wird durch nicht selten vorkommende Uebergänge zwischen denselben, namentlich durch wenig granulirte Zellen mit sichtbarem Kern bewiesen und ebenso halte ich es auch für ausgemacht, dass dieselben nichts als unentwickelte Formen von Fettzellen sind, da die letzteren auch bei Embryonen zuerst als körnerlose Bläschen auftreten, dann granulirt werden und erst am Ende Einen Fetttropfen erhalten.

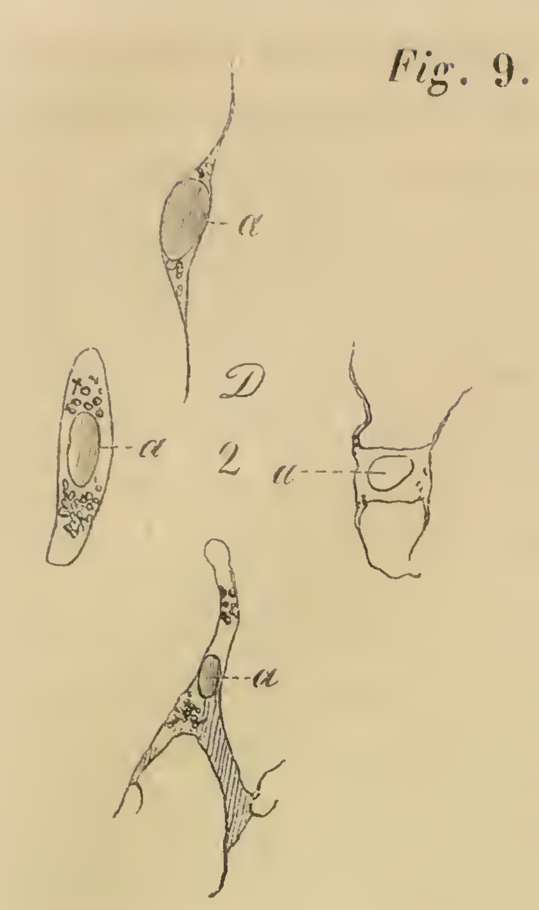
Die Kerne in den Fettzellen von Erwachsenen sind meines Wissens ausser von *Bendz* (*Almind. Anat.*, *p.* 122, *Tab.* 1. *fig.* 4.), der selten, sehr selten sogar 2 blasse Kerne mit Nucleolis wahrnahm, noch nicht beobachtet worden. Zwar erwähnt *Mulder* (p. 601), dass dieselben mit einem, selten mit zwei Kernen versehen seien, allein *Donders* und *Mole-*

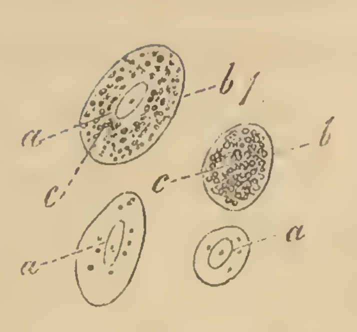
Fig. 8. Fettzellen mit Margarinsäurekrystallen 350 mal vergr. *a*. Zelle mit einem Stern von Krystallnadeln, wie sie nicht selten in normalem Fett sich finden. *b*. Mit Krystallen ganz erfüllte Zelle aus weisslichen Fettklümpchen Abgemagerter.

schott (ebendaselbst p. 602 ff.), auf die sich doch *Mulder* vorzüglich zu stützen scheint, erwähnen ausdrücklich, dass sie die Kerne vermissten, und in den *Holländ. Beitr.*, *I. p.* 57, 61, sagt *Donders* von Kernen der Fettzellen ebenfalls nichts. Ich finde dieselben ohne Ausnahme wenn das Fett theilweise aus den Zellen geschwunden ist. In ganz gefüllten Zellen habe ich sie erst in einigen Fällen im Knochenmark (S. unten bei den Knochen die Fig. bei §. 90) und den Fettzellen der Muskeln mit Bestimmtheit gesehen, stehe jedoch nicht im Geringsten an, ihr constantes Vorkommen in allen Fettzellen zu behaupten, da Niemand wird annehmen wollen, dass dieselben erst beim Schwinden des Fettes sich bilden. Wenn *D.* und *M.* an dem erwähnten Orte von zwei Membranen an den Fettzellen sprechen, von denen die äussere durch concentrirte Essigsäure und Kali aufgelöst werden soll, die innere dagegen nicht, so ist unter der äussern Membran, wie übrigens auch *Donders* (a. a. O.) vermuthet, nichts anderes zu verstehen als das Bindegewebe, welches in vielen Fällen auch zwischen den einzelnen Zellen sich hineinzieht und dieselben mit einander verbindet, welches vielleicht auch hie und da durch eine homogene Bindesubstanz (modificirtes Cytoblastem) vertreten wird. Die Krystalle in den Fettzellen hält *Vogel* für Margarin. Da die Formen von Margarin und Margarin-Säure sehr ähnlich sind (S. auch *Schmidt*, *Entwurf einer Untersuchungsmethode d. thier. Säfte und Excrete*, 1846. *p.* 83 *ff.*), kann nur der chemische Charakter Aufschluss geben, und dieser scheint mehr für letztere zu sprechen. Dass die Krystalle beim Erwärmen verschwinden (*Günther*), gibt keinen Ausschlag, da die beiden genannten Substanzen bei + 48° (Margarin) und + 56° (Margarinsäure) schmelzen.

Die pathologischen Zustände der Fettzellen, obschon noch wenig erforscht, stimmen auch für meine Behauptung von dem constanten Vorkommen der Kerne. Ohne auf *Schwann's* Beobachtung (l. c. p. 140, 141), dass die Fettzellen des Unterhautzellgewebes eines einjährigen rhachitischen Kindes ohne Ausnahme einen Kern enthielten, mich zu stützen, will ich besonders das Verhalten der Fettzellen bei Hautwassersucht hier anführen. Am häufigsten sind bei diesem Leiden, so lange als das Fett im *Panniculus adiposus* noch nicht ganz geschwunden ist, serumhaltige, fettarme Zellen, genau von denselben Formen, die auch bei Abgemagerten vorkommen (Taf. I. Fig. 1, 1), alle mit deutlichem Kern; ausserdem zeigen sich auch häufig ganz fettlose nur serumführende, ebenfalls gekernte Zellen (Taf. I. Fig. 1, 2). Bei so zu sagen geschwundenem Fett und mit Wasser ganz infiltrirtem farblosem Unterhautzellgewebe finde ich die letzterwähnten Zellen ungemein vorwiegend und neben denselben noch andere von eigenthümlicher Gestalt. Einmal spindelförmige oder sternartige, mit 3 — 5 unregelmässigen, oft ziemlich langen Fortsätzen versehene Zellen mit deutlichem Kern und meist nur spärlichen und kleinen dunkeln Fettkörnchen (Fig. 9, 2.), welche Zellen, wie die vielfachsten Uebergänge nachweisen, aus den serumhaltenden, fettarmen oder fettlosen verkleinerten Fettzellen sich hervorbilden; zweitens rundliche oder längliche, kleine (von 0,003 — 0,006'''), mit dunkeln Körnchen dicht erfüllte Zellen ohne sichtbaren Kern (Fig. 9, 1.), die, wie ebenfalls leicht ersichtlich ist, einer zugleich mit Veränderung des

Fig. 9.





Inhaltes vor sich gehenden Verkleinerung der Fettzellen ihren Ursprung verdanken und hinwiederum in fettarme oder fettlose, serumreiche, neben ihnen sich findende Zellchen sich metamorphosiren. Ausserdem habe ich, wie hier noch erwähnt werden soll, auch in hyperämischem Mark von Knochengelenkenden, wie es nach *Hasse* beim Rheumatismus erscheint (*Zeitschr. für rat. Pathol. von Henle u. Pfeuffer Bd. VI*), die gewöhnlichen Fettzellen in serumhaltige, fettarme, runde und selbst spindelförmige Zellen, hie und da selbst mit Kernen, verwandelt gesehen.

§. 10.

Gefässe der Haut. Blutgefässe finden sich in allen Theilen der Lederhaut im weitern Sinne in grosser Zahl. Schon im Unterhautzellgewebe geben die in die Haut eintretenden Arterien viele Aestchen ab, die theils an den Haarbälgen (siehe unten), theils im Bindegewebe, namentlich an den Fetttraübchen und den glatten Muskeln (*Tunica dartos etc.*) sich verzweigen, und grösstentheils weitmaschige, seltener, wie namentlich in den Fetttraübchen, etwas engere Netze feiner Capillaren bilden (Fig. 10). Höher oben versorgen sie die Schweissdrüsen und Talgdrüsen

Fig. 10.



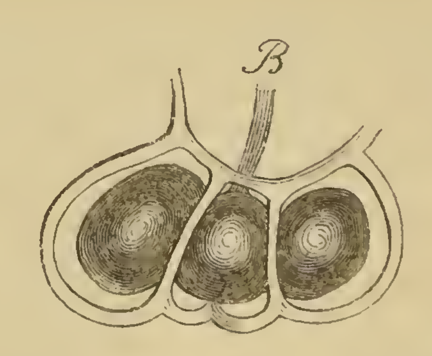
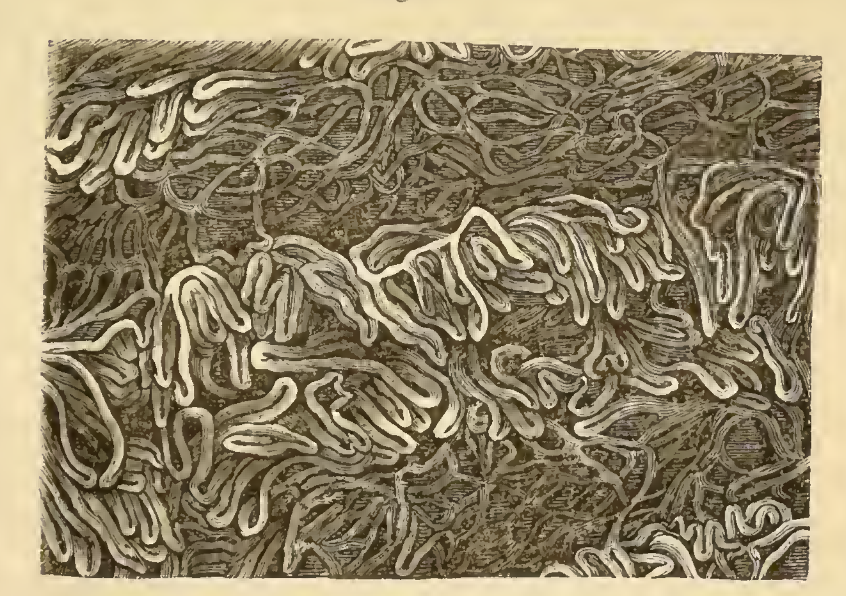


Fig. 9. Einige Formen von Fettzellen bei Hautwassersucht, 350 mal vergrössert. 1. Runde Zellen mit zarter Membran *b*, nur serumführend oder mit kleinen Fettkörnchen *c*, welche zum Theil den Kern *a* verdecken. 2. Länglich, spindelförmig und sternförmig gewordene Fettzellen mit deutlichem Kern *a* und wenig Fettkörnchen.

Fig. 10. Gefässe der Fettzellen. *A*. Gefässe eines kleinen Fetttraübchens. 100 mal vergr. *a*. Arterie, *b*. Vene. *B*. 3 Fettzellen mit ihren Capillaren, mehr vergrössert; nach *Todd* und *Bowman*.

(siehe unten), bilden in den innern Theilen der Lederhaut (*Pars reticularis*) ebenfalls, jedoch nicht viele Endausbreitungen und dringen endlich bis in die äussersten Theile der Papillarschicht und in die Papillen selbst, um sich hier in ein dichtes, engmaschiges Netz von Capillaren aufzulösen. Dasselbe besteht überall wo Papillen vorhanden sind aus zwei Theilen, einmal aus einem horizontalen, unmittelbar unter der von der Oberhaut bedeckten Fläche liegenden Geflecht mit weiteren Maschen stärkerer Gefässe von 0,01—0,005‴ und engeren von solchen von 0,003—0,005‴, und zweitens aus sehr vielen einzelnen, in schiefer oder gerader Richtung sich erhebenden Schlingen von feinsten Gefässchen (von 0,003—0,004‴), welche die Papillen versorgen. Jede Papille besitzt ihre eigene Capillargefässschlinge (Fig. 11, Taf. I. Fig. 2), welche entweder mehr in ihrer Axe oder der Oberfläche näher verläuft und bis zur Spitze derselben sich erstreckt. Einfache Papillen haben ohne Ausnahme nur eine einzige Gefässschlinge, wogegen ästige, wie an der Hand u. s. w., je nach der Zahl ihrer Spitzen, 2, 3—4 solcher enthalten, die dann auch manchmal in der gemeinschaftlichen Basis mit einander zusammenhängen, jedoch auch dann niemals den Charakter von Arterien und Venen annehmen, wie denn überhaupt von solchen in den Papillen durchaus keine Rede sein kann. Auch die feinsten Capillaren haben deutliche Wandungen, eine structurlose Membran und innen an derselben liegende Kerne, welche jedoch in denen der Papillen sehr spärlich vorzukommen scheinen.

Fig. 11.



Das Verhalten der Lymphgefässe in der Haut ist insofern ganz gut bekannt, als man weiss, dass dieselben äusserst zahlreich sind und nahezu durch alle Theile derselben sich erstrecken. Die grösseren Stämme finden sich im Unterhautzellgewebe, allwo sie durch Injection sehr leicht sich darstellen lassen, aber auch mit Lymphe gefüllt zu erkennen sind, wie ich vor nicht langer Zeit an einer eben amputirten untern Extremität am Fussrücken gesehen, allwo Lymphgefässe von $\frac{1}{4}$—$\frac{2}{3}$‴ mit Leichtigkeit blosszulegen und selbst zu Versuchen mit galvanischer Reizung zu

Fig. 11. Gefässe der Papillen eines ganzen und zweier halben Cutisleistchen nach *Berres*.

benutzen waren. In der Lederhaut selbst haben verschiedene Anatomen, *Haase*, *Lauth*, *Fohmann* u. A., durch Quecksilberinjectionen die Lymphgefässe dargestellt. Alle stimmen darin überein, dass dieselben in den äussersten Theilen derselben ein ungemein dichtes Netz feiner Gefässchen, nach *Krause* (l. c. p. 111) von $^1/_{15}$ — $^1/_{20}'''$ darstellen, das in der Tiefe nach und nach weitmaschiger und stärker wird und endlich mit einzelnen Stämmchen in die Gefässe der *Tela cellulosa subcutanea* ausgeht. Ob die erwähnten feinen Geflechte die Anfänge der Lymphgefässe sind, ist dagegen unausgemacht, doch ist es mehr als wahrscheinlich, dass noch feinere Gefässchen existiren, die durch die bisherigen Injectionsmethoden gar nicht zu füllen waren. Wie dieselben sich verhalten und ob sie auch in die Papillen eingehen, ist gänzlich zweifelhaft; da auch die mikroskopische Untersuchung keinerlei Anhaltspunkte gibt und keine Spur von solchen Kanälen in den äusseren Theilen der Lederhaut erkennen lässt, und so bleibt, wenn etwas Bestimmtes geäussert werden soll, nichts als die Analogie theils mit den Lymphgefässen anderer Orte (Darm), theils mit denen der Haut niederer Wirbelthiere. Dieselbe lehrt, dass die feinsten Lymphgefässe einen viel geringern Durchmesser als den oben angegebenen besitzen und nicht mit Netzen, sondern mit freien, hie und da freilich anastomosirenden Enden beginnen; namentlich ist dieser Ursprungsmodus in der Haut des Schwanzes der Batrachierlarven über die Maassen deutlich (S. meine Abbildungen in *Annal. d. sc. nat.* 1846) und ausserdem hier noch mit Leichtigkeit zu ersehen, dass die Lymphgefässenden vollkommen den Bau der feinsten Capillaren der Blutgefässe besitzen. Trotz dieser Analogie wage ich es nicht, mich über die Lymphgefässe der Haut des Menschen auszusprechen und begnüge mich mit der Bemerkung, dass wir deren Anfänge meiner Meinung nach nicht mit Sicherheit kennen.

Gute Abbildungen der Blutgefässe der Haut finden sich bei *Berres* (l. c. Tab. VI, VII, XXIV. Fig. 2 u. 4), *Arnold* (*Tab. org. sens.* Tab. XI. Fig. 12, 13, 14, 25), *Gerber* (Taf. VI. Fig. 137). Die Gefässschlingen in den Papillen wurden von früheren Anatomen unrichtig als Arterienschlingen bezeichnet; auch die Benennung des einen Schenkels der Ansa als Arterie, des andern als Vene ist ungenau, indem man es hier mit Gefässen von wirklich capillarem Bau zu thun hat, und überdiess gar nicht selten das aus einer Papille zurückkehrende Gefässchen in eine danebenstehende wieder eindringt und so hier als Blut ableitend, dort als solches zuführend sich darstellt. Man thut daher am Besten, wenn man dieselben mit *Henle* (p. 482) als einfache Ausbeugungen oder Collateraläste von Capillaren betrachtet. Die Durchmesser der Capillaren der Haut sind nach *Weber* (l. c. I. p. 412) am Arm (nach einem Lieberkühnschen Präparat des Berliner Museums) $^1/_{104}'''$ mit einzelnen noch einmal so feinen Quer-

ästen; an einem andern Ort (Bd. III. p. 45) gibt derselbe Autor ebenfalls nach Lieberkühnschen Präparaten an, dass von den Capillaren der Haut und Schleimhäute nur wenige 0,003‴ messen und die meisten nicht viel unter 0,004‴ betragen. *Berres* führt (p. 64, 70) 0,0005—0,0006 W. Zoll als Durchmesser von Capillaren der Papillen an, während in der Lederhaut selbst die grösseren Maschen von 0,0045—0,0070 W.Z. Aederchen von 0,0007—8 W.Z., die engeren von 0,0015—0,0020 solche von nur 0,0005—6 enthalten sollen. Nach *Bruns* (p. 349.) messen die Capillaren in den Papillen des Unterschenkels meist 0,005‴, mitunter auch 0,01‴, nach *Weber* (l. c.) im Scrotum eines Neugebornen 0,0037‴ die engsten. Ich finde an einer *Hyrtl*schen Injection die Gefässe der Papillen des Daumens 0,0037—0,004‴ und frisch untersuchte Capillaren des Präputium 0,003—0,005‴ breit; eine *Hyrtl*'sche Injection des Unterhautzellgewebes (von wo?) zeigt sehr zahlreiche Netze mit mehr rechteckigen Maschen von sehr feinen Capillaren (von 0,002—0,003‴). — Abbildungen von Lymphgefässen der Haut des Menschen haben *Haase*, *de vasis cutis et intestinorum* Tab. 1. Fig. 2 (Lederhaut), *Breschet et Roussel de Vauzème* l. c. Pl. XII. Fig. 37—41 (Lederhaut des Scrotum, Praeputium, der Brust), *Panizza*, *Osservazioni anthropo-zootomico-fisiologiche* Tab. IV. Fig. 1, 2, 3 (Penis und Praeputium), *Arnold*, *Icon. org. sensuum* Tab. XI. Fig. 15 (Scrotum), *Fohmann*, *Memoire sur les Vaisseaux lymphatiques* Pl. I, II (Lederhaut). Was die Anfänge dieser Gefässe betrifft, so könnte einiges zu der Annahme bestimmen, dass dieselben in der That nichts anderes als die bisher injicirten Netze sind. Einmal sind diese Netze nach den Abbildungen von *Panizza* namentlich und den Schilderungen von *Lauth* und *Fohmann* so ungemein dicht, dass es, nach einem Ausdrucke *Lauth*'s, nicht möglich ist, eine Nadel in die Haut zu bringen, ohne sie zu verletzen und zweitens lassen sich dieselben nach *Lauth* auch von den Stämmen aus füllen. Wenn dieses letztere sich bestätigt und *Lauth*'s hieraus gezogener Schluss, mit dem auch *Fohmann* zum Theil übereinstimmt, dass die Gefässe der Haut selbst keine Klappen mehr besitzen, sich als richtig erweist, so möchte es doch gewagt sein, ausserdem noch freie Gefässenden anzunehmen und dann müsste man die anderweitigen Bedenken, namentlich in Betreff der Dichtigkeit der Netze und des Durchmessers der sie bildenden Gefässchen, dadurch beseitigen, dass einerseits injicirte Gefässe mit zarter Haut leicht weiter und zahlreicher zu sein scheinen als sie wirklich sind, und anderseits eben doch nichts beweist, dass die Saugadern des Menschen sich so verhalten müssen, wie die von Batrachierlarven. Was *Herbst* (*Gött. Anz. Nachrichten von der Univers. etc. Nov.* 1847, *p.* 201) von Anfängen der Lymphgefässe im Zellgewebe (Unterhautzellgewebe?) an der vordern Seite der grossen Sehnen des Vorderfusses des Pferdes meldet, nämlich dass dieselben mit 0,0833‴ langen, 0,033‴ breiten, den Zotten des Dünndarms ähnlichen Vorsprüngen beginnen, die durch Zellgewebe verbunden in grosser Anzahl auf und neben einander, jedoch nur in gewissen Lagen vorkommen, ist vorläufig zu einer weitern Verwerthung nicht geeignet, indem sich beim Mangel einer genauern Beschreibung dieser Körper (*Herbst* sagt nur, dass sie sehr elastisch, sehr fein und halbdurchsichtig seien) und jeder Angabe ihres

Verhaltens zu Lymphgefässen nicht sagen lässt, ob H. richtig gedeutet hat oder nicht.

§. 11.

Nerven. Die Haut ist einerseits in ihren an die Epidermis angrenzenden Theilen ohne Widerrede als eines der nervenreichsten Gebilde des menschlichen Organismus zu bezeichnen, während auf der andern Seite ihre tieferen Gegenden durch grosse Armuth an Nerven sich bemerklich machen. Im *Panniculus adiposus* und der *Fascia superficialis* kennt man annoch keine Nerven als diejenigen, welche successive sich verästelnd durch diese Theile hindurch zur Lederhaut treten oder an den Haaren, Drüsen und Pacinischen Körperchen sich finden, von denen noch weiter die Rede sein soll. Jedoch ist durchaus nicht zu bezweifeln, dass auch hier, wenigstens im Bereiche der Gefässausbreitungen und wahrscheinlich auch an den glatten Muskeln der *Tunica dartos*, des Warzenhofes und der Haarbälge, die zum Theil in Folge von psychischen Einflüssen, zum Theil auch durch Galvanismus sich contrahiren, Nerven vorkommen. In der Lederhaut selbst steigen die durch die Maschenräume der innern Fläche eingetretenen Stämmchen unter fortgesetzter Verästelung, jedoch ohne wirkliche Endausbreitungen zu bilden, allmälig gegen die *Pars papillaris* herauf. Hier bilden sie unter den Papillen durch vielfache Anastomosen reiche Endplexus, an welchen man deutlich tiefere und oberflächlichere Theile, erstere aus feinen, noch mehrere Primitivfasern haltenden Zweigen mit weiteren Maschen, letztere aus einfachen oder zu zweien gruppirten Fasern und engeren Zwischenräumen unterscheidet. In diesem letzten oder dem feinern Endplexus kommen denn auch (ob bei allen Fasern ist noch unentschieden) beim Menschen wie bei Thieren wirkliche Theilungen der Nervenprimitivfasern vor, so dass dieselben meist unter spitzen Winkeln in zwei sich spalten

Fig. 12.

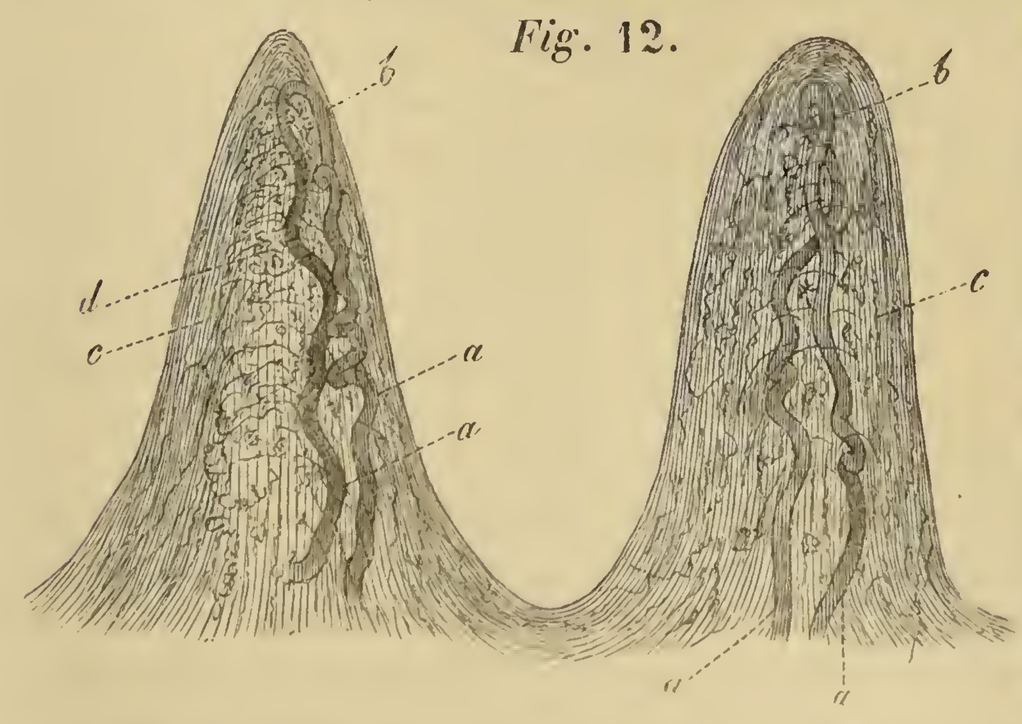


Fig. 12. Zwei Papillen der Handfläche von leicht macerirter Haut, 350 mal vergrössert und mit Natron behandelt. *aa.* Die beiden Nervenprimitivfasern in der Basis der Papillen, *b.* Endschlingen derselben, *c.* Längsverlaufende Kernfasern in den äusseren Theilen der Papillen, *d.* Querverlaufende solche und dunkle Körnchen in der Axe derselben.

und aus dem Plexus selbst treten endlich je zwei Nerfenfasern in die Basis der Papillen, um in denselben bis zur Spitze zu verlaufen und hier schlingenförmig sich zu verbinden (Fig. 12 u. 13).

Eine eigenthümliche Endigungsweise der Nerven findet sich, wie *Henle* und ich entdeckt haben, in den sogenannten Pacinischen Körperchen der Plantar- und Volarnerven und der *Glans penis* (*Fick*). Hier nämlich gehen die dunkelrandigen Nervenröhren der Hautnerven in ganz blasse Primitivfasern über, welche entweder unmittelbar oder nach vorheriger Theilung in zwei oder drei Aeste mit feinen Spitzen oder leicht angeschwollen frei enden. Mehreres über diese Verhältnisse sowie über die Pacinischen Körperchen überhaupt bei der Lehre vom Nervensystem.

Die Elemente der Nerven der Haut zeigen, abgesehen von den eben berührten blassen Fasern, keine besondern Eigenthümlichkeiten. Ihr Durchmesser beträgt in den Stämmchen des Unterhautzellgewebes noch zum Theil bis 0,005 und 0,006‴, ebenso in den untersten Theilen der Lederhaut, während sie nach oben zu alle nach und nach feiner werden. In den Endplexus finde ich dieselben, je nach den verschiedenen Localitäten, zwischen 0,003 und 0,0016‴ schwankend, in den Papillen endlich zwischen 0,0008 und 0,002‴. Wenn auch meine Untersuchungen in Betreff der Nerven dieser letztgenannten Theile noch keine grosse Vollständigkeit besitzen, so ergeben sie doch schon die, wie ich glaube, nicht unwichtige Thatsache, dass die Durchmesser in den Endausbreitungen der Hautnerven nicht allerwärts gleich sind. So finde ich die Fasern, die die Schlingen bilden, und die feinsten Fasern überhaupt an Hand und Fuss zwischen 0,0012—0,002‴ schwankend, im Mittel 0,0015‴, an der *Glans penis* dagegen, an den Lippen und der Nase 0,0008—0,0012‴, im Mittel 0,001‴. Die Nervenfasern der Pacinischen Körperchen betragen beim Menschen so lange sie noch dunkel sind 0,006—0,008‴ (bei der Katze 0,0044—0,0077‴), wo sie blass werden 0,006‴ in Breite, 0,001‴ Dicke und gehören mithin zu den dicken Primitivfasern.

Die Erforschung der Endigung der Nerven in den Papillen und der äussern Fläche der Lederhaut ist beim Menschen und den Säugethieren eine der schwierigsten Aufgaben der Mikroskopie. Bis vor Kurzem beschränkte sich Alles was man über die Hautnerven wusste auf die niedern Wirbelthiere, bei denen besonders *Valentin* (*Nova Acta XVIII. A. p.* 117, Tab. II. Fig. 3.) und *Burdach* (*Beitrag zur mikrosk. Anat. d. Nerven* Tab. II. Fig. 3.) den Nervenverlauf untersucht hatten. Nach Beiden finden sich beim Frosch keine freien Endigungen der Primitivfasern, vielmehr hängen dieselben, nachdem die Aestchen Endplexus gebildet haben, überall zu zweien mit einander zusammen und gehen je die zusammengehörenden entweder in ein und dasselbe Stämmchen ein, in welchem Falle dann das Ansehen wirklicher Schlingen entsteht, oder treten nach verschiedenen

Seiten auseinander, wodurch mehr netzförmige Verflechtungen sich erzeugen. Nach *Burdach's* Darstellung soll letzteres das einzig vorkommende sein, woraus, wenn dieselbe und seine Zeichnung als richtig sich ergeben, die für die Physiologie nicht uninteressante Thatsache folgt, dass Nervenprimitivfasern auf längern Strecken an der Oberfläche der Cutis hinziehen und keinen bestimmten Punkt besitzen, in welchem die zwei sie constituirenden Fasern zusammentreffen. Von den spätern Forschern schliesst sich *Baumgärtner* (*Neue Untersuchungen in d. Gebiete d. Physiologie etc.* 1845, p. 58, Tab. VIII. Fig. 10, 11) für die äussere Haut des Frosches ganz an Burdach an, während *Henle* (*Allg. Anat.* p. 645) sich für die Nickhaut desselben Thieres weniger bestimmt ausspricht, indem ihm manche Fasern auch kolbig zu enden oder allmälig sich zu verlieren schienen, aber doch zu der Annahme sich hinneigt, dass deutlich zu erkennende Schlingen das einzig wirklich vorkommende sind. *Hannover* dagegen (*Rech. micr. p.* 36) findet an demselben Orte zwar Endschlingen aber auch freie Endigungen der Fasern mit oder ohne Zuspitzung derselben oder Spaltungen solcher in noch feinere plexusbildende Fädchen, die dann dem Auge entschwinden, und *R. Wagner* sagt (*W. Handwörterb.* Bd. III. p. 462, Anm.), ohne über etwaige Schlingen sich zu äussern, dass er jetzt die Theilung der Nervenfasern auch in der Nickhaut des Frosches gesehen. Was mich selbst betrifft, so habe ich in der Haut des Schwanzes von Batrachierlarven (*Rana*, *Bufo*, *Triton*, *Bombinator*, *Alytes*) die zierlichsten Verästelungen und Netze der embryonalen blassen Nervenfasern, ferner ganz deutliche Schlingen der ausgebildeten dunkeln Nervenröhren und in einem einzigen Falle eine Theilung einer solchen ziemlich bestimmt wahrgenommen (*Annal. des sc. nat.* 1846, *p.* 102, *pl.* 6. 7.), während *Todd* und *Bowman* (l. c. I. p. 411) weder in der Nickhaut noch in der Haut erwachsener Frösche die Nervenenden deutlich sahen. Sie finden zwar *Burdach's* Beschreibung richtig, glauben aber, dass die von ihm gezeichneten Netze noch nicht die Enden der Nervenausbreitung darstellen, indem von denselben aus noch einzelne Nervenfasern weiter nach aussen drangen und dann dem Blicke sich verloren. Dass dem wirklich so ist, hat sich denn auch in der That als Resultat der neuesten Untersuchungen in diesem Gebiete von *J. N. Czermak* (*Müll. Arch.* 1849. p. 252) ergeben. *Czermak* fand, dass die für die Haut des Frosches bestimmten Nerven an der innern Fläche derselben allerdings das von Burdach beschriebene grossmaschige Netz bilden, dass aber von diesem aus noch viele Bündelchen abgehen, senkrecht das *Derma* durchsetzen und, in der oberflächlichen Drüsenlage der Haut angelangt, zwischen den Drüsen einen oberflächlichen Nervenplexus bilden. In Betreff der eigentlichen Endigung der Nervenfasern waren die Schwierigkeiten, die sich der Untersuchung entgegenstellten, so gross, dass *Czermak* zu keinem Resultate gelangen konnte und das Vorkommen etwaiger Schlingen oder freier Endigungen dahingestellt lassen musste. Dagegen machte derselbe die interessante Entdeckung, dass dicke und dünne Nervenfasern des tiefern Plexus sehr häufig und wiederholt dichotomisch sich theilen und so über grössere Flächen sich verbreiten, von welcher Theilung ich selbst an von *Czermak* vorgelegten Präparaten aufs Bestimmteste mich überzeugte. Wenn demnach auch, wie die Sache jetzt

steht, sich die Gesammtausbreitung der Hautnerven des Frosches noch nicht überblicken lässt, so steht wenigstens die für die Physiologie wichtige Thatsache fest, dass hier wirkliche Nervenfasertheilungen vorkommen.

In der Haut der Säugethiere und des Menschen hatte, abgesehen von den Pacinischen Körperchen, bis vor Kurzem noch Niemand etwas von Theilungen der Nervenröhren gesehen, vielmehr stimmten alle Beobachter darin überein, dass hier, namentlich in den Papillen, Endschlingen vorkommen. Nun zeigt sich aber als Resultat meiner Erfahrungen und derjenigen von *J. N. Czermak* und *C. Gegenbaur*, dass hier wahrscheinlich Schlingen und Theilungen zum Theil selbst mit freien Endigungen zugleich sich finden. Die Schlingen anlangend so gebührt *Gerber* das Verdienst, dieselben zuerst bestimmt nachgewiesen zu haben (*Allg. Anat.* p. 157. Tab. V. Fig. 92—101, Fig. 106). Er kocht die Haut durchscheinend, legt sie einige Stunden in Terpentinöl bis die Nerven weiss und glänzend sind, und findet dann an mit dem Doppelmesser geschnittenen feinsten Lamellen, dass die Stämmchen nach Bildung der Endplexus in einzelne Röhren sich auflösen, die in die Papillen eindringen und hier schlingenförmig zusammenhängen. Diese Angaben bestätigen *Purkinje* (*Müll. Arch.* 1845) für das *Frenulum praeputii* und *Krause* (l. c. p. 112), während *Todd* und *Bowman* (l. c. I. p. 411) von der Existenz von Schlingen sich nicht überzeugen konnten. Nach ersterem sieht man beim Menschen die Nervenschlingen sehr gut an mit Salpetersäure behandelten Hautabschnitten, wenn man das rechte Maass der Einwirkung der Säure getroffen hat. Jede Papille enthält eine (oder mehrere, *Gerber*) Schlingen; die Nervenfasern, die sie bilden, sind $1/_{680}$—$1/_{510}'''$ (0,0016—0,002'') dick, $1/_{315}'''$ (0,003''') breit und sollen oft in fortgesetztem Verlaufe in mehrere Papillen eingehen, worin vielleicht zum Theil der Grund der Erscheinung liege, dass so oft die gleichzeitige Reizung zweier verschiedener Papillen nur Eine Empfindung erregt. Die genannten englischen Autoren erklären vorerst die Untersuchung der Endigungen der Nerven für eine sehr schwierige und geben dann an, dass sie zwar in manchen Fällen einzelne Nervenröhren in den Papillen gesehen, andere Male dagegen auch nicht die Spur von solchen entdecken konnten, obschon sie an der Basis derselben ganz deutlich waren. Wo Nervenröhren in den Papillen sich fanden, konnten sie dieselben auch an ganz frischer Haut und unter Beiziehung von Essigsäure und Kali zwischen den übrigen Theilen der Papillen nie weiter als bis zur halben Höhe derselben verfolgen, allwo sie dem Blicke entschwanden, indem sie entweder einfach endeten oder ihre dunkeln Contouren verloren. Gestützt hierauf sprechen sich dieselben zwar nicht gegen *Gerber* aus, namentlich auch weil sie in gewissen Papillen der Zunge wirklich Endschlingen sahen und die Möglichkeit, dass die Nervenfasern als blassrandige und daher von den übrigen Theilen der Papille nicht zu unterscheidende bis in die Spitze derselben sich fortsetzen, nicht abzuweisen sei, wollen aber ebensowenig die Existenz der Endschlingen wirklich vertheidigen. In der neusten Zeit hat auch noch *Kobelt* die Endplexus der Nerven der *Glans penis* und *clitoridis* beschrieben (*Wollustorgane* p. 6, 39, Tab. I. Fig. 3). Beim Menschen gelang es ihm nicht mit voller Bestimmtheit die Nerven des *Penis* bis zu wirklichen Endschlingen zu verfolgen, wohl aber bei kleineren Säugethieren, wie bei der Ratte und

dem Iltis, und ebenso in der *Clitoris* des Menschen. Leider ist von dem Verhalten der Nervenröhren in den Papillen der genannten Theile nichts beigebracht, so dass man nicht recht weiss, ob der Autor wirkliche Endschlingen oder nur Endplexus vor sich gehabt hat.

Meinen Erfahrungen zufolge kann über die schlingenförmige Umbiegung der Primitivfasern in der Haut des Menschen kein Zweifel obwalten. Am leichtesten sieht man dieselben an frischen oder durch leichte Maceration von der Oberhaut befreiten Papillen der Handfläche und Fusssohle nach Zusatz von verdünntem Natron, ferner in der frischen Haut der *Glans penis* und des *Praeputium*, von der man durch dasselbe Alkali die *Epidermis* abgelöst hat; dagegen ist an frischer unveränderter Haut von Nervenenden so zu sagen nichts zu sehen und auch mit Essigsäure nicht viel zu erkennen. Die Figg. 12 und 13 zeigen das Verhalten der Nerven, wie es beim Menschen sich darbietet. Von der Fläche und von aussen betrachtet (Fig. 13.) erblickt man in jeder Papille, je nachdem sie einfach oder mehrfach ist, eine oder mehrere Nervenfasern, welche meist im Innern, manchmal auch mehr äusserlich nach der Spitze derselben aufsteigen und hier ein sehr verschiedenes Ansehen darbieten. Einige sind wie knopfförmig geendet, andere hirtenstabförmig umgekrümmt, noch andere nach der Umbiegung deutlich in die Tiefe zu verfolgen. Bei Durchmusterung vieler Papillen ergibt sich, dass Letzteres am häufigsten vorkommt und man gelangt nach und nach bei genauer Prüfung der andern Formen zu der Ueberzeugung, dass man es auch hier zumeist nur mit weniger deutlich sich darbietenden Schlingen zu thun hat, in welcher Annahme man bestärkt und ganz befestigt wird, wenn man die Papillen auch noch in der Seitenansicht studirt (Fig. 12). In dieser übersieht man meist die Nervenschlinge sehr deutlich und schön von der Basis der Papille bis zu deren Spitze in ihrer bald mehr oberflächlichen, bald tieferen Lage und vergewissert sich, dass von einer freien Endigung nirgends eine Rede ist. Dem allem zufolge kann darüber, dass in den Papillen die Nervenfasern schlingenförmig zusammenhängen und so enden, wohl kein Zweifel obwalten. Mit diesem Nachweis der Existenz von Nervenschlingen in den Hautpapillen des Menschen ist nun freilich das Verhalten der Hautnerven noch keineswegs vollkommen aufgeklärt, viel-

Fig. 13.

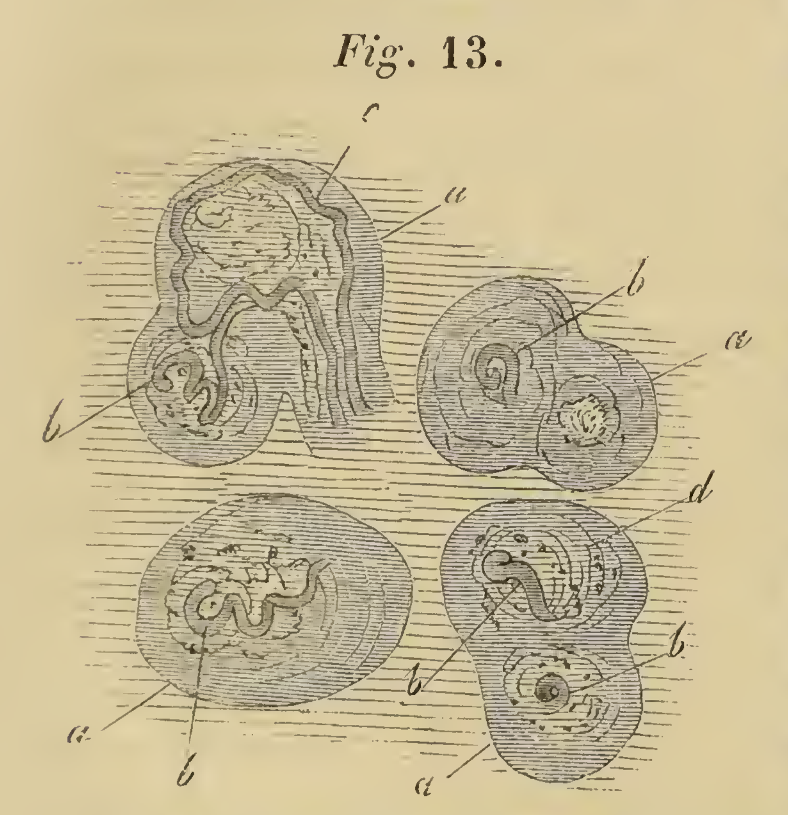
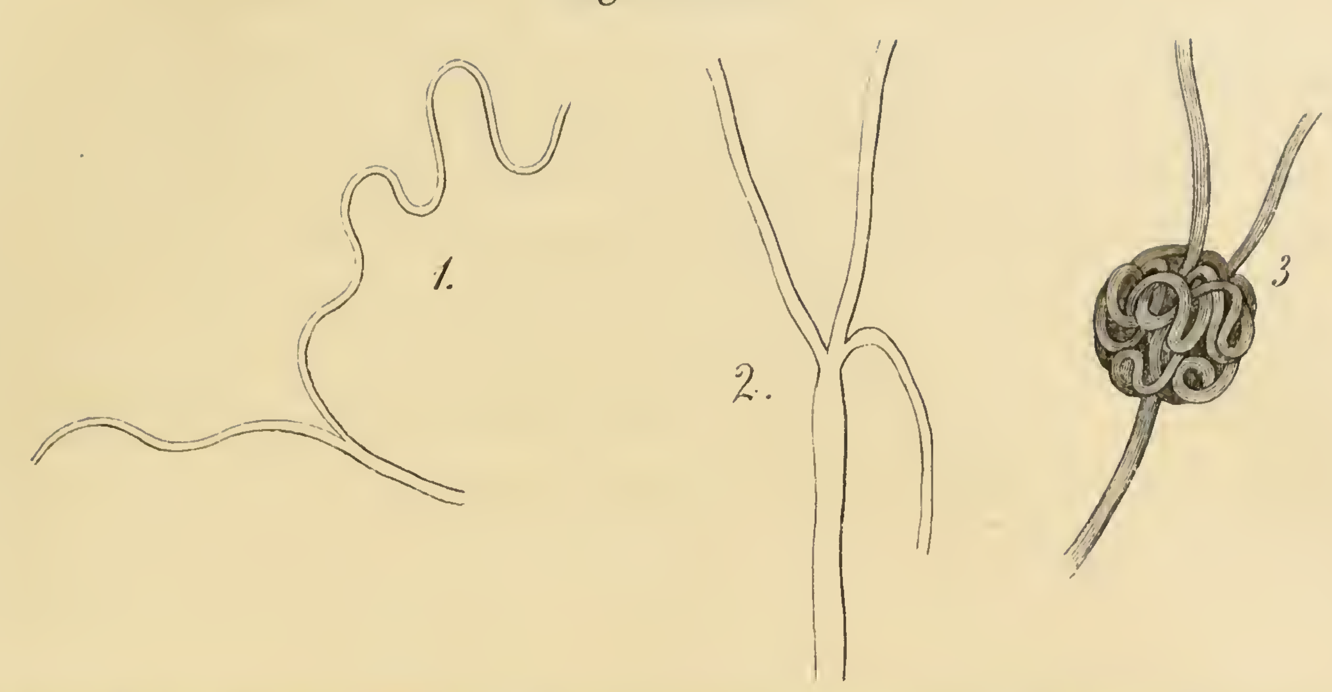


Fig. 13. Vier Papillen (eine einfache und 3 zusammengesetzte) der Handfläche von oben, mit verdünntem Natron causticum behandelt, 350 mal vergrössert. *a*. Contouren der Papillen. *b*. Scheinbar hirtenstabförmig gekrümmte Nervenfasern in den Spitzen derselben, die bei Veränderung des Focus zum Theil deutlich als Endschlingen sich ergeben. *c*. Deutliche Nervenschlinge, *d*. Kernfasern und dunkle Körnchen (Fett?), die nach der Behandlung mit Natron von dem Gewebe der Papillen allein zurückgeblieben sind.

mehr frägt es sich immer noch, wie verhalten sich diese Schlingen zu den oberflächlichen und tiefern Nervenplexus, sind dieselben wirkliche Endschlingen zweier besondern Fasern, oder Ausbuchtungen einer einzigen Faser, oder Anastomosen der Aeste einer getheilten Faser u. s. w. Ich bin nicht im Stande, in Betreff dieser und anderer Möglichkeiten eine ganz genügende Auskunft zu geben, doch glaube ich wenigstens noch einige Thatsachen anführen zu sollen, die in dieser Frage Licht verbreiten können. Nach *Krause* (l. c.) soll eine Nervenfaser in mehrere Papillen eingehen können. Ich will diess nicht in Zweifel ziehen, obschon ich es nicht mit Bestimmtheit gesehen. Richtig ist, dass die Nervenfasern in ihrer Papille selten gerade, sondern meist geschlängelt verlaufen (Fig. 12), oft so sehr, dass sie an den Verlauf der Schweisskanäle in der Oberhaut des Menschen erinnern. Kämen solche Ausbuchtungen grösser vor, so könnten dieselben auch in verschiedene Papillen eintreten. Bis jetzt habe ich aber nur in der *Glans penis* einige Bilder gesehen, die sich so deuten liessen, sonst nirgends. Hier nämlich gingen von dem oberflächlichen Endplexus hie und da einige Fasern nach aussen, welche sehr bedeutende wellenförmige Krümmungen auf- und abwärts beschrieben, aber in ihrem Verhältniss zu den Papillen sich nicht vollkommen deutlich darstellten. *Gerber* bildet (Figg. 99, 100) in der That bedeutende Knäuel einer Nervenfaser wie es scheint aus der Lippe des Pferdes ab, wovon ich jedoch beim Menschen in der Haut keine Spur gesehen, ebensowenig wie von seinen sogenannten Tastrosetten (Figg. 93*d*. 101), wie ich denn überhaupt gestehen muss, dass mir mehrere der Abbildungen dieses Gelehrten, so namentlich seine Fig. 93, als sehr schematisch und nicht nach der Natur gezeichnet vorkommen, wenigstens hat es mir bisher auch bei Anwendung der von demselben empfohlenen Methode nicht gelingen wollen, ähnliche Bilder zu erhalten. Weniger zweifelhaft als dieser erste Punkt ist die Existenz von Nervenfaseranastomosen, Theilungen und freien Endigungen in der Haut gewisser Säugethiere. Ich habe neulich (*Mittheil. d. naturf. Ges. in Zürich*, 3. Jahrg. 1850) eigenthümliche Verhältnisse der Hautnerven der Maus kurz berührt. Hier finden sich in der papillenlosen Haut des Rumpfes die bekannten Nervenästchenplexus in einiger Entfernung von der Oberfläche des *Corium*. Von diesen aus steigen kleine Aestchen mit wenigen feinen Fasern (1 — 3) nach der Oberfläche zu und gehen allmälig in ganz blasse Fäden über, ähnlich denen, die ich als embryonale Nerven der Batrachierlarven abgebildet und beschrieben habe. Diese Fäden nun theilten sich aufs vielfachste und verbanden sich zu Netzen, von denen ganz deutlich ein weitmaschiges mit stärkern Fäden von 0,001—0,0005''', hie und da mit kleinen Knötchen am Zusammentritt mehrerer Fasern, und ein engeres mit Fasern, von der Feinheit der Bindegewebsfibrillen die feinsten, unterschieden werden konnte. Letzteres lag ganz oberflächlich in der Lederhaut fast unmittelbar unter der *Epidermis* und umfasste mit seinen Maschen die Haarbalgmündungen in dem *Corium* ziemlich regelmässig, ersteres war schon etwas tiefer und noch unter ihm kamen erst die letzten dunkelrandigen Fasern. Das Verhalten dieser zu den blassen anastomosirenden Fäserchen konnte ich nicht völlig ermitteln, doch war so viel sicher, dass die erstern mit ihrer Scheide gerade wie bei Batrachierlarven und auch im electrischen Organ sich unmit-

telbar in die letztern fortsetzten. Eine scharfe Endigung der dunkeln Fasern sah ich nicht und eben so wenig sichere Anastomosen derselben, dagegen glaubt *J. N. Czermak*, der diese Nervenausbreitungen auch am Ohr der Maus untersuchte, in ein paar Fällen Theilungen von dunkeln Fasern gesehen zu haben. Wäre dem wirklich so, so hätten wir allem Anscheine nach in der Haut der Maus ein Nervenverhalten, das dem im electrischen Organ nicht so fern läge, nämlich Theilungen der dunkeln Nervenfasern, Uebergang derselben in blasse Fasern, die ebenfalls sich theilen und anastomosiren. In Betreff des Menschen liess sich auf den ersten Blick aus dem an der Maus Beobachteten nicht viel entnehmen, denn hier scheinen blasse Nervenfaserenden ganz zu fehlen, allein es wurde doch durch dieselben der Blick auf die Möglichkeit complicirterer Verhältnisse, als man sie bisher annahm, gerichtet. Namentlich schien es sich nun sehr darum zu handeln, ob auch Theilungen an den Hautnervenfasern desselben vorkommen oder nicht. Seit ich Theilungen offenbar sensibler Fasern im *Perioste* des Menschen gefunden (siehe unten), seit ich solche Theilungen auch in der Schleimhaut der Scheide des Menschen gesehen, lag mir die Möglichkeit des Vorkommens von Theilungen auch in der Haut sehr nahe. Ohnehin standen ja besonders durch *Czermak* solche Theilungen für die Haut des Frosches fest und waren auch an andern offenbar sensiblen Nerven schon gesehen worden, wie an den Milznerven des Kalbes (*Cyclopaedia of Anat. Bd. IV. Article Spleen*) von mir, an den sensiblen Nerven der Schwimmblase des Hechtes und am *Acusticus* des Störs von *Czermak* (*Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. II). Alles dieses, so wie die so eben im hiesigen physiologischen Institute noch wesentlich vermehrten Beobachtungen von Theilungen sensibler Nerven (siehe unten beim Nervensystem die Beobachtungen von *C. Gegenbaur* über zahlreiche Theilungen der Nerven der Tasthaare des Kaninchens, der Ratte, Maus und Katze und der Schnauzenpapillen des Ochsen, von *Czermak* über solche im Zahnkeim des Menschen, der Katze, des Kalbes, des Hundes und des Schweines, von *Dr. Leydig* über Theilungen in der Haut von *Gobius fluviatilis*) bewog mich denn auch, beim Menschen den Nachweis von solchen zu versuchen. Und nicht vergebens. Denn es gelang mir, in der *Glans penis* ziemlich bestimmt und in der *Conjunctiva bulbi* über allen Zweifel erhaben, solche zu finden. Am ersten Orte ist die Schwierigkeit der Untersuchung sehr gross, doch fand ich im Ganzen vier Bifurcationen von Fasern der höhern Endplexus, von denen zwei, wenn auch nicht schön, doch für mich und auch für *Czermak*, der dieselben sah, überzeugend waren (S. Fig. 13 *A*, 1.). Die Fasern, die sich theilten, maassen 0,0012 — 0,0014‴, ihre Aeste 0,0008 — 0,001‴. Dagegen war es in der *Conjunctiva scleroticae* ein Leichtes, Theilungen in beliebiger Zahl und Schönheit zu finden (Fig. 13 *A*, 2.), wie denn diess überhaupt eine Stelle ist, die für das Studium der Nervenausbreitungen empfohlen werden kann. Die Fasern, die sich hier theilten, massen 0,001 — 0,006‴, meist 0,003‴, die 2, in einem Falle 3 Aeste der sich theilenden Fasern meist etwas weniger. Die Theilungen, die einigemale wiederholt an einer Faser zu sehen waren, fanden sich sowohl gegen die *Conjunctiva palpebrarum* zu und in der Mitte derjenigen der *Sclerotica* als auch und vorzüglich gegen den *Cornea*rand hin. Sehr auffal-

Fig. 13 *A.*



lend war es mir, gegen die Bindehaut der Augenlider hie und da rundliche Körper zu finden, die ganz an *Gerber's* erwähnte Nervenknäuel von Thieren erinnerten (Fig. 13 *A*, 3). Dieselben waren ziemlich kugelrund, 0,02—0,028''' gross und bestanden aus einer (oder mehreren) zusammengeknäuelten Nervenfasern von 0,002—0,003''', die im Kleinen einem Gefässknäuel der Niere oder einem Schweissdrüsenknäuel vollkommen glich. In der Regel trat an einen solchen Knäuel eine Nervenfaser und am entgegengesetzten Pole ging eine andere ab, andere Male waren 2 selbst 4 abgehende und nur eine zutretende, woraus der Schluss zu ziehen ist, dass in diesen Knäueln, über deren Bedeutung und Constanz ich nach meinen bisherigen Untersuchungen nichts aussagen will, auch Theilungen vorkommen. Auch in der *Conjunctiva* finden sich Endplexus und ziemlich deutliche Schlingen und ich glaube es desswegen für den Menschen, wie meiner Ueberzeugung nach auch für viele Thiere als Gesetz aufstellen zu dürfen, dass die Hautnerven neben Theilungen der Fasern in den Endplexus auch Endschlingen haben. Dagegen sind zwei Punkte noch nicht hinreichend aufgeklärt, erstens ob neben den Schlingen auch freie Endigungen vorkommen und zweitens, welches das Verhältniss der sich theilenden Fasern und der Fasern der Endplexus zu denen der Endschlingen ist. *Ad* 1. will ich bemerken, dass man zwar hie und da in der *Conjunctiva* und der Haut des Menschen, wie es auch *Engel* (*Zeitschr. d. Wiener Aerzte* 1847) von der *Conjunctiva bulbi* beschreibt, Fasern enden zu sehen glaubt, dass aber doch nirgends die Ueberzeugung einer wirklichen Endigung sich gewinnen lässt. *Ad* 2. kann ich fast keine Antwort geben; ich glaube zwar einmal in der *Conjunctiva* eine Schlinge zwischen den zwei Aesten Einer Nervenfaser gesehen zu haben, allein hieraus schliessen, dass nur die zu einer Faser gehörenden Aeste durch Schlingen sich verbinden, nicht aber auch andere, wäre denn doch zu gewagt, und so muss dieser Punkt ferneren Beobachtungen offen erhalten werden.

Fig. 13. *A*. 1. Eine zweifache Theilung einer feinen Nervenfaser im Endplexus der *Glans penis* des Menschen. 2. Eine dreifache Theilung aus der *Conjunctiva bulbi* des Menschen an einer dickeren Faser. 3. Ein Nervenfaserknäuel mit einer eintretenden und zwei austretenden Fasern von derselben Stelle. Alles 350 mal vergrössert.

Die Pacinischen Körperchen betreffend, so sah *Pappenheim* (*Comptes rendus XXIII. p.* 768) einmal (wo? *Mesenterium?*) mehrere Nervenfasern in ein Körperchen eintreten und in der centralen Kapsel 2 oder 3 Schlingen bilden und zweimal kam ihm ebendaselbst eine stark spiralförmig gerollte Nervenfaser, ähnlich den *Gerber'* schen Knäueln, vor. Nicht ganz selten bildeten je zwei aus zwei Körperchen wieder austretende Nervenfasern Schlingen und einmal schienen sogar drei Körperchen durch zwei dergleichen verbunden. Den Durchmesser der Nerven in den Pacinischen Körperchen der Katze und anderer Thiere gibt *Herbst* entgegen *Henle* und mir geringer an, von 0,0016—0,0038‴ im Mittel; vielleicht hat derselbe vorzüglich jüngere Individuen untersucht.

§. 12.

Entwicklung der *Cutis*. Bei menschlichen Embryonen aus dem Anfange des zweiten Monats, den jüngsten, die ich in Bezug auf diesen Punkt untersucht, misst die ganze Haut, Oberhaut inbegriffen, 0,006—0,01‴. Die *Cutis*, die von der Oberhaut, namentlich dem *Stratum Malpighi* derselben, nicht wohl zu trennen ist, besitzt durchaus nichts von Erhebungen an ihrer äussern Seite und zeigt auch von ihren spätern Unterabtheilungen noch keine Spur. Sie besteht durch und durch aus Zellen, von denen die einen rundlich sind und an die der Oberhaut erinnern, die Mehrzahl jedoch bereits spindelförmig erscheint und längliche Kerne von 0,003—0,004‴ im Mittel enthält. Ausserdem glaube ich ein zartes structurloses Häutchen, welches leicht Falten bildet, nicht elastisch ist und ganz an die Linsenkapsel erinnert, das mir bei meinen Präparationen der Haut fast constant vorkam, zwischen *Cutis* und Oberhaut verlegen zu dürfen, um so mehr, da ich auch bei ältern Embryonen bestimmte Andeutungen eines solchen Gebildes wahrgenommen habe. Ob dasselbe, falls seine Lage wirklich die angegebene ist, zum *Corium* oder zur *Epidermis* gehört, kann nicht entschieden werden; ich für mich rechne es genetisch zu letzterer, obschon es fast sicher ist, dass dasselbe später mehr mit dem *Corium* verschmilzt, betrachte es als eine Art Ausscheidungsproduct der Oberhautzellen und setze es der *Membrana propria* der Drüsen und *in specie* der structurlosen Haut der Schweissdrüsen und Haarbälge an die Seite.

Im dritten Monat unterscheidet man an der Haut ganz deutlich zwei Lagen, das Unterhautzellgewebe und die eigentliche Lederhaut, beide ungefähr von gleicher Dicke, im Ganzen mit der Oberhaut 0,06‴ stark. Das durchscheinende, lockere, mit vielen Gefässen versehene Unterhautzellgewebe besteht schon aus ziemlich entwickeltem Bindegewebe mit ganz deutlichen Fibrillen und vielen eingestreuten, runden oder länglichen

Kernen von 0,0016—0,004''', enthält dagegen von Kern- oder elastischen Fasern keine Spur. Diese letztern Theile fehlen auch in der eigentlichen Lederhaut gänzlich, in welcher nichts als jüngeres Bindegewebe mit minder deutlichen Fibrillen und je weiter nach aussen, um so mehr jüngere Formen von solchem, nämlich Spindelzellen, wahrzunehmen sind. In der 14ten oder 15ten Woche finden sich auch von den Fettträubchen die ersten Andeutungen in Gestalt von rundlichen oder länglichen Häufchen kernhaltiger Zellen von 0,004—0,01''', welche an einigen wenigen Orten, vor allem im Gesicht, schon einzelne ganz kleine Fettkörnchen enthalten und mit vielem sich entwickelnden Bindegewebe, d. h. Spindelzellen, und mit Gefässen untermengt sind.

Im vierten Monate misst die Haut mit der *Epidermis* 0,08''' und ist noch gerade so beschaffen wie im dritten, nur lagern sich allmälig auch an Brust, Nacken, Schulterblattgegend, Handfläche, Sohle, Gesäss kleine Fettkörnchen in die Zellen der Fettträubchenanlagen hinein, welche 0,004—0,012''', nach *Valentin* 0,0044—0,008''' messen, und bemerkt man jetzt schon die Leistchen der Handfläche und Sohle in Gestalt niedriger, an der Hand 0,016—0,02''' breiter Erhabenheiten. Im fünften Monat werden dieselben bis zu 0,024''' breit, 0,016—0,02''' hoch und ganz deutlich, während die Haut *in toto* bis zu 0,55''' sich verdickt; zugleich entwickeln sich die Fettzellen im Unterhautzellgewebe weiter, so dass ihre Aggregate im Gesicht schon weissliche Klümpchen darstellen und an den übrigen Orten wenigstens mikroskopisch nachweisbar reicher an Fett sind.

Im sechsten Monate entwickelt sich die Haut mächtiger und erreicht eine Dicke von 0,6—0,7''', von denen 0,28''' auf die eigentliche Lederhaut kommen. An der Aussenfläche der letztern erscheinen an Hand und Fuss die ersten Spuren der Papillen als kleine warzenförmige Erhebungen, die in zwei Reihen auf den Leistchen stehen und in Bezug auf den feineren Bau aus jungem Bindegewebe zu bestehen scheinen. Das Unterhautzellgewebe tritt jetzt über den ganzen Körper als Fetthaut auf und hat besonders an Mächtigkeit gewonnen, jedoch zeigt sich, fast noch besser als früher, dass die Fettträubchen der verschiedenen Localitäten in der Entwicklung nicht gleichen Schritt halten. Am schönsten sind dieselben an den Wangen, ferner am Hinterhaupt, Nacken, Hals, den Schultern, der Oberbrustgegend, dem Gesäss, allwo sie überall weissliche, 0,1—0,5''' grosse Klümpchen darstellen; fast ebenso gross und deutlich, jedoch durchscheinend, mehr gallertartig an Unterbrust, Bauch, Rücken, Hand und Fuss; klein, farblos und zum Theil nur durch das Mikroskop nachzuweisen an Scheitel, Stirn und den zwei ersten Abschnitten der Extremitäten. Mit diesen Verschiedenheiten im äussern Ansehen stimmt auch

der innere Bau derselben überein. Die weisslichen Klümpchen enthalten ziemlich ausgebildete Fettzellen von 0,01—0,015‴, welche dicht beisammen liegen, ihren Kern meist nicht erkennen lassen und wenige grössere oder selbst nur einen einzigen grossen Fetttropfen, nebst einigen punctförmigen Körnchen führen, während in den blassen Träubchen die meist deutlich kernhaltigen Fettzellen spärlicher und mehr vereinzelt liegen und alle Abstufungen zwischen solchen von 0,005—0,01‴ ohne oder mit nur einzelnen wenigen Fettkörnchen und anderen mit 2—5 grösseren Tropfen zeigen. Auch das Bindegewebe nimmt an diesen Verschiedenheiten Antheil, denn während in dem gelatinösen Fette nichts als Spindelzellen in grosser Zahl vorkommen, führen die weisslichen Klümpchen schon entwickeltere Fasern mit deutlicher Fibrillenbildung. — Vom elastischen Gewebe zeigen sich in diesem Monate die ersten Andeutungen in der *Fascia superficialis* in Form schmaler, sehr verlängerter Kerne, welche zum Theil schon unter sich verbunden zu sein scheinen.

Von nun an treten keine neuen Theile mehr in der Haut auf, wohl aber entwickeln sich die schon vorhandenen bis zur Geburt noch in einigen Beziehungen. Die Lederhaut im engern Sinne verdickt sich im siebenten Monate zu 0,35—0,37‴ (Hand, Fuss), ja selbst bis zu 0,4‴ (Rücken), und nimmt dann bis zur Geburt nur wenig an Stärke zu; ihr Gewebe wird derber und röthlicher, die Leistchen breiter (im siebenten Monate 0,08‴, beim Neugebornen 0,1—0,12‴), die Papillen deutlicher, jedoch sind die letztern noch bei Neugebornen, mit Ausnahme der Genitalien, wo ich sie (ob zufällig) gross finde, klein. Im vierten Monate nach der Geburt messen dieselben an der Sohle 0,05 — 0,06‴, am Fussrücken 0,024 — 0,032‴, der Handfläche 0,04—0,06‴ und besitzen zwei ganz deutliche, dunkel contourirte, bis in die Spitze sich erstreckende Nervenfasern von 0,0012‴ Breite, deren schlingenförmiger Zusammenhang mir jedoch nicht vollkommen deutlich wurde. Der *Panniculus adiposus* verstärkt sich ungemein, so dass er schon im siebenten Monate 0,6—1½″ misst und nach und nach eine collossale Entwicklung erreicht. Beim Neugebornen ist derselbe wohl überall relativ stärker als beim Erwachsenen, an einigen Orten, so z. B. an den Wangen, dem Hals, der Brust, dem *Mons veneris*, Oberarm, Oberschenkel, oft selbst absolut mächtiger als bei Individuen von mittlerer Beleibtheit, bis zu 3 und 5‴ Dicke. Die Fettträubchen sind bei Neugebornen gross, gelblich, die Fettzellen, wie bei Erwachsenen, kleiner in der Lederhaut (0,01—0,015‴) als im subcutanen Gewebe (0,015—0,05‴ meist 0,03‴, hier nach *Valentin* 0,018 — 0,028‴, nach *Harting* 0,012—0,055, 0,029‴ im Mittel aus 20 Messungen); im vierten Monat nach der Geburt sah ich sie in der Handfläche immer noch zum Theil nur

0,008—0,012''' gross. — Elastische Fasern im engern Sinne besitzt auch die Haut der Neugebornen noch durchaus keine, dagegen treten vom siebenten Monate an, überall wo später elastische oder Kernfasern sich finden, deutliche Kernfasern auf, welche bis zur Geburt immer stärker werden, jedoch auch bei Neugebornen die stärksten nicht mehr als 0,0008—0,001''' messen, während die feinsten nicht stärker als Bindegewebsfibrillen sind.

Suchen wir uns aus allem dem Bemerkten ein Gesammtbild über die Entwicklung der Lederhaut im weitern Sinne beim Fötus zu entwerfen, so möchte es folgendes sein. Die Lederhaut besteht anfänglich aus Zellen, welche zwar nicht beim Menschen, aber bei Thieren (z. B. beim Frosch) leicht auf die ersten Bildungszellen der Embryonen zurückzuführen sind. Von diesen Zellen verwandelt sich ein guter Theil in Bindegewebe, indem dieselben spindelförmig werden, verschmelzen und in Fibrillenbündel übergehen und zwar findet dieser Vorgang allem Anscheine nach zuerst in der *Fascia superficialis*, dem Unterhautzellgewebe, dann in der *Pars reticularis corii* und zuletzt in der Papillenschicht Statt. Ein anderer Theil von Zellen wird zu Gefässen und Nerven, wie sich dies zum Theil auch beim Menschen, sehr schön bei Batrachiern (siehe meine oben citirte Abhandlung *Annal. d. sc. nat.* 1846), verfolgen lässt, ein dritter endlich gestaltet sich durch Vergrösserung und Fettbildung im Innern zu Fettzellen. Wie die elastischen Fasern entstehen, habe ich bei der Haut noch nicht mit Bestimmtheit erforscht, höchst wahrscheinlich aus den Kernen der Bildungszellen des Bindegewebes oder anderer Zellen, wie es auch *Donders* (*Holländ. Beiträge*) angibt. Sind einmal die ersten Anlagen aller Theile gegeben, so wachsen dieselben auf zum Theil noch nicht genau ermittelte Weise weiter. Die Lederhaut wächst offenbar von innen nach aussen, so dass die Papillen zu allerlezt entstehen und sich entfalten, zum Theil durch Wachsthum ihrer ursprünglichen Elemente, zum Theil auf Kosten von Zellen, die vielleicht dem grössten Theile nach neugebildet sind und nicht von den ursprünglichen Bildungszellen herrühren. Die Fetthaut nimmt ebenfalls zu, theils durch Vergrösserung ihrer anfänglichen Zellen, theils durch Nachbildung anderer, so wie auch von Bindegewebe und Gefässen. So wächst die Haut auch nach der Geburt noch lange weiter (bei Kindern unter 7 Jahren z. B. ist die Lederhaut nach *Krause* nur halb so dick als beim Erwachsenen), bis endlich, jedoch in einer noch unbestimmten Zeit, die Neubildung von Zellen und wohl viel später erst die Ausdehnung der schon gebildeten Elemente, der Zellen und Fasern u. s. w. aufhört. Die Fettzellen des Erwachsenen, an denen das Wachsthum besonders deutlich sichtbar ist, übertreffen nach *Harting* (l. c.) in der Augenhöhle zweimal, in der Handfläche dreimal

die des Neugebornen, woraus sich auch ergibt, dass dieselben in Relation zu den Körpertheilen, denen sie angehören, sich vergrössern.

Wenn *Valentin* die Papillen schon im vierten Monate von fast derselben Form wie bei Erwachsenen sieht und ihre Grösse nur etwas kleiner sein lässt, so kann dies nur auf einer Verwechslung wahrscheinlich mit den Anlagen der Schweissdrüsen, die ungemein dicht stehen und bei der Flächenansicht wie Papillen sich ausnehmen, beruhen. In Betreff der Entstehung des Bindegewebes des Haut bemerke ich hier vorläufig, dass ich des Bestimmtesten gegen die *Reichert'sche* Annahme (*Vergl. Beobacht. über das Bindegewebe* etc. 1845) bin und die *Schwann'sche* Darstellung für die einzig richtige halte, wonach die Bündel desselben aus verschmolzenen, verlängerten Zellen entstehen.

Ueber die pathologische Entwicklung der Haut in spätern Zeiten vergleiche besonders die unten citirten Schriften von *G. Simon*, *v. Bärensprung* und *Krämer*. Als bemerkenswerth hebe ich hier hervor, dass namentlich die Papillen mannigfachen Entartungen unterworfen sind, in Folge welcher sie eine sehr bedeutende Grösse (bei Ichthyosis, Warzen aller Art) annehmen, selbst Verästelungen zeigen können (Kondylome); die Substanz solcher entarteter Papillen ist Bindegewebe in verschiedenen Entwicklungsstadien: runde Zellen, Spindelzellen, Fibrillen mit Kernfasern oder eine mehr homogene, undeutlich faserige Substanz; ihre Entstehung beruht wahrscheinlich auf einer Anhäufung von Blastem in den normalen Papillen und nachträgliche Organisation desselben durch Bildung von Kernen und Zellen, doch sind die hierbei sich zeigenden Vorgänge noch nicht bis ins Einzelne verfolgt. Ob diese vergrösserten Papillen auch Nerven besitzen und wie dieselben sich verhalten, ist unbekannt, dagegen sind die Blutgefässe derselben mehrfach beschrieben; dieselben bilden entweder einfache Schlingen wie normal oder ein Capillarnetz, ähnlich dem der Darmzotten, und scheinen immer weiter zu sein als gewöhnlich, so in Papillen gewöhnlicher Warzen 0,009—0,035''', in Kondylomen 0,03—0,036''' nach *Krämer*. In diesen Fällen nimmt die übrige Cutis entweder keinen Antheil oder sie ist ebenfalls hypertrophisch, wie es auch mit dem *Panniculus adiposus* geschehen kann, der überdem auch noch für sich allein als Fettgeschwulst, *Lipom*, vergrössert erscheint. — Nach Zerstörungen regenerirt sich die Cutis nur unvollständig, namentlich erzeugen sich die Papillen nach allem was man weiss (v. *Bärensprung* pg. 115) nie mehr. — Beim Abmagern werden einfach die Fettzellen kleiner (siehe oben), so dass sie wieder den Durchmesser wie in fötalen Fetttr äubchen annehmen; eine eigentliche Auflösung scheint nur bei wenigen sich zu finden und daher beruht auch eine Wiederzunahme des *Panniculus adiposus* wohl vorzüglich auf einem Wachsthume und einer Wiederfüllung der verkleinerten Zellen. Bei sehr fetten Individuen kommt dagegen wahrscheinlich eine Neubildung von Zellen zur Vergrösserung der schon vorhandenen hinzu.

§. 13.

Physiologische Bemerkungen. In physiologischer Beziehung ist besonders das Empfindungsvermögen und die Contractilität der

Haut bemerkenswerth. An die dargelegten anatomischen Facta anschliessend, sage ich über dieselben nur Folgendes. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die an der äussern Fläche des Corium liegenden Papillen, in denen je zwei schlingenförmig verbundene Nervenfasern mit Bestimmtheit sich nachweisen und bis zur Spitze verfolgen lassen, die am lebhaftesten und schärfsten empfindenden Theile der Haut sind. Die Erregung dieser mit Recht sogenannten Gefühlswärzchen ist eine directe oder indirecte. Erstere, wie sie z. B. bei entblösster Cutis durch eindringende Instrumente und Flüssigkeiten Statt hat, ist eine viel intensivere, als die, welche durch die Oberhaut vermittelt wird, indem die letztere gewissermassen zum Schutz gegen zu bedeutende Eingriffe da ist, und dieselben, je nach ihrer grösseren oder geringeren Entwicklung, mehr oder weniger abstumpft. *Ceteris paribus* haben die Theile ein dumpferes Gefühl, welche einen dicken Oberhautüberzug besitzen, z. B. die Ferse, schwielige Stellen. Was man Feinheit des Gefühls nennt, bezieht sich auf Verschiedenes, entweder auf den Sinn für Oertlichkeit bei Einem oder mehreren, an verschiedenen Orten zugleich einwirkenden Reizen (Schärfe des Gefühls nach *Volkmann* u. A.), oder auf die Art und Weise wie an einem Orte verschiedene Reize (verschiedene Temperaturen, mechanische, chemische Reize) von einander unterschieden werden oder ein bestimmter Reiz überhaupt einwirkt; Feinheit und Lebhaftigkeit des Gefühls. Was diese letztern Punkte betrifft, so lässt sich wohl zum Theil anatomisch erklären, warum dieselben nicht überall gleich sind, geringer am behaarten Kopf, Rücken, den zwei obern Abschnitten der Extremitäten, als im Gesicht, an den Genitalien, an Hand und Fuss, Brust und Bauch. Einmal ist die verschiedene Dicke der Oberhaut und vor allem ihrer Hornschicht, die ihrer Festigkeit wegen vorzüglich Widerstand leistet, zu berücksichtigen; dieselbe ist, wo fein empfunden wird, *in toto* dünn, wie an den Lidern, im Gesicht, oder hat wenigstens eine dünne Hornschicht, wie am Penis, der Clitoris, während sie am Rücken und den Extremitäten zum Theil bedeutend dicker ist. Doch kann dieses Verhältniss nicht allein zur Erklärung ausreichen, da Theile mit dicker Epidermis, wie die Handfläche und Fusssohle, auch lebhaft und fein empfinden, lebhafter als andere mit dünnerem Ueberzug, wie der Hand- und Fussrücken. Es muss offenbar noch ein anderes Moment hier im Spiele sein, und dieses ist, wie mir scheint, dass die Haut nicht an allen Theilen gleich reich an Nerven ist. Wir besitzen freilich keine Zählungen über die Zahl von Nervenfasern, die in den verschiedenen Körpergegenden zu einer gegebenen Fläche sich begibt, doch möchte schon das von blossem Auge sichtbare Verhalten der Nerven lehren, dass dieselben an der Handfläche, Fusssohle zahlreicher sind als am Hand-

und Fussrücken; an der *Glans penis et clitoridis*, der Brustwarze, dem Gesicht häufiger als am Unterleibe, Rücken, Oberschenkel u. s. w. Mit der Zahl der Nerven steht dann auch die der Papillen und der oberflächlichen Nervenschlingen im Zusammenhang, denn nirgends ist dieselbe bedeutender als an den genannten Orten, an denen auch zum Theil zusammengesetzte Papillen vorkommen. Es scheint mir daher nicht befremdend, dass, wie *Volkmann* (*Handwörterb. der Phys.* II. pg. 568) sagt, derselbe Nadelstich, der in der Fingerspitze den heftigsten Schmerz erzeugt, in der Kopfhaut eine kaum lästige Empfindung veranlasst; in dem ersteren Falle trifft derselbe ganz einfach eine grössere Zahl von Papillen und Nervenenden und erregt der grösseren Länge der Papillen wegen die Nervenfasern auch in einer grösseren Strecke, welches letztere Moment gewiss ebenfalls alle Berücksichtigung verdient und nicht blos der Zahl, sondern auch der Länge der Papillen eine grosse Bedeutung verleiht. Ob diese anatomischen Thatsachen ausreichen, um alle Modificationen in der Schärfe und Lebhaftigkeit des Gefühls an verschiedenen Orten zu erklären, oder ob man auch specifische Wirkungen der einzelnen Nerven und ihrer Ursprungsstellen in den Centralorganen zu Hülfe zu nehmen hat, um gewisse derselben (Wollustgefühl, Kitzel) zu erklären, will ich hier nicht entscheiden, doch scheint mir so viel sicher, dass die angeführten Thatsachen die wichtigsten vorkommenden Differenzen begreiflich machen.

Man hat gefragt, warum jede Stelle der Haut empfinde, da doch nicht an jeder eine Nervenendigung sich finde und der Querschnitt aller Hautnerven zusammen ungemein viel kleiner sei als der der Hautoberfläche. Die Antwort ist einfach. Als empfindende Theile sind nicht blos die Papillen, sondern gewiss auch die Endplexus unmittelbar unter denselben zu betrachten. Da nun diese so stehen, dass die Basis der Papillen mehr in ihre Maschen zu liegen kommt, so wird es geschehen, dass auch die Zwischenräume der Papillen mit Nerven versehen sind und zwar mit verhältnissmässig so dicht stehenden, dass es gar nicht gedenkbar ist, dass auch die localsten hier anzubringenden Reize, das feinste verletzende Instrument in die Haut eindringen können, ohne dieselben, direct oder indirect (durch auf die Seite geschobene andere Weichtheile) zu treffen. Es sind demnach die Anastomosen der Nerven und ihr geschlängelter Verlauf, welche die Haut für die hier möglichen Reize überall empfindlich machen. Verglichen mit dem Auge stehen die Hautnerven immer noch sehr weit auseinander und ist die Empfindlichkeit der Haut eine ganz dumpfe. Was den Ortssinn der Haut anlangt, so liegt es der Anatomie besonders ob, darüber Aufschluss zu geben: 1) Warum man nicht an allen Stellen des Körpers bei einem einzigen angebrachten Reize den Punct, wo derselbe

wirkt, gleich genau und gut unterscheidet und 2) warum zwei zugleich wirkende Reize unter gewissen Verhältnissen doppelt, unter andern einfach empfunden werden (*Weber's* Versuch). In Betreff dieses letzten Punctes, so hat *E. H. Weber* schon in seiner ersten Schrift über diesen Gegenstand (*De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes*, *Lipsiae* 1834) und neulich wieder in einer sehr bemerkenswerthen Abhandlung (Artikel Tastsinn und Gemeingefühl in *Wagner's Handwörterb.* 1849) die Sache zu erklären versucht, jedoch wie mir scheint nicht mit Glück, was auch von einer neuern Deutung von *Krause* gesagt werden muss. Nach *Weber* (pg. 527) zerfällt die Haut in viele kleine Empfindungskreise, von denen jeder von einer einzigen entweder geschlängelten oder getheilten Nervenprimitivfaser versehen wird. Macht man nun zwei gleiche Eindrücke (z. B. mit zwei Zirkelspitzen) auf einen und denselben Empfindungskreis, so entsteht, weil nur Eine Nervenfaser getroffen wird, ein einziger Eindruck, setzt man die Zirkelspitzen auf zwei verschiedene Kreise, so entstehen zwei Empfindungen. Die Thatsache, dass die Empfindung zweier Eindrücke als gesonderter an scharf fühlenden Stellen schon bei geringer Distanz (½‴, 1‴, 2‴) der getroffenen Hautpartieen möglich ist, an den andern erst, wenn dieselben um 6‴, 12 — 30‴ von einander abstehen, deutet *Weber* durch die Annahme einer verschiedenen Grösse der Empfindungskreise, kleinerer für die scharf unterscheidenden Stellen, grösserer für die andern. Mit der *Weber'schen* Erklärung stimmt auch *Krause* (l. c.) im Wesentlichen überein, indem er an das öftere Eindringen einer Nervenfaser in mehrere Papillen erinnert. Gegen beide Ansichten habe ich einfach einzuwenden: 1) dass nirgends an unserem Körper Flächen von 12—30‴ Durchmesser von einer einzigen Nervenfaser versorgt werden, denn man mag Hautstückchen von der genannten Grösse untersuchen wo man will, so wird man immer eines oder mehrere Stämmchen mit einer grösseren Zahl von Primitivfasern finden; 2) dass bei der *Weber'schen* Erklärung der Sinn für Oertlichkeit ein sehr wechselnder sein müsste, scharf an den Grenzen auch der grössten Empfindungskreise, dumpf auf diesen selbst, während doch aus *W's.* Versuchen selbst bekannt ist, dass derselbe höchst gleichmässig, hier feiner, dort minder fein über den Körper sich verbreitet. Eine andere Erklärung dieser Verhältnisse ist neulich von *I. N. Czermak* (l. e) gegeben worden, bei welcher den Nervenfasertheilungen eine Rolle zugedacht ist. *Czermak* schreibt jeder Nervenfaser einen gewissen Verbreitungsbezirk zu, wie *Weber*, lässt aber die Empfindungskreise verschiedener Fasern sich interferiren. Trifft ein Reiz eine Hautstelle, so wird nach ihm die Empfindung nach den sämmtlichen Enden, die mit der getroffenen

Nervenfaser in Verbindung stehen, also in eine Fläche verlegt; werden zwei Punkte gereizt, so geschieht dasselbe, und dann entsteht, je nachdem die angegebenen Flächen sich interferiren oder nicht, eine einfache oder doppelte Empfindung. Von dieser Theorie ist zu loben, dass sie durch die Annahme einer Interferenz der Empfindungskreise nicht *ad absurdum* führt wie die früheren und auch die Voraussetzung vermeidet, dass sehr grosse Hautflächen nur eine einzige Nervenfaser haben, allein immerhin könnte ich derselben nicht beitreten. Abgesehen davon, dass auch *Cz.* annehmen muss, dass an vielen Orten Nervenfasern (freilich mit mehreren oder vielen andern zugleich) über Hautflächen von bis 30‴ Diameter sich ausbreiten, was mir etwas gewagt erscheint, so möchte ich nur bemerken, dass die Hauptvoraussetzung *Cz's.*, dass eine verästelte Nervenfaser, an einer Stelle getroffen, die Empfindung nach ihren sämmtlichen Aesten verlegt, keineswegs bewiesen oder zu beweisen ist, vielmehr ersteres die Analogie gegen sich hat, indem *Volkmann* vom *Opticus* nachwies, dass seine Fasern mehrere Eindrücke auf einmal zu leiten im Stande sind, und zweitens mit der bekannten Thatsache, dass an allen Stellen der Haut auf locale Reize auch ganz locale Empfindungen entstehen, sich nicht vereinen lässt, indem nach *Czermak* die Empfindung überall auf eine grössere oder kleinere, am Rücken z. B. sehr grosse Fläche verlegt werden müsste, während doch sicher ist, dass ein Nadelstich am Rücken, wenn auch dumpfer als z. B. an der Hand, doch als Stich empfunden wird. — Meiner Meinung nach kann der *Weber'sche* Versuch nicht aus der Verbreitungsweise der peripherischen Nerven erklärt werden, sondern beruht höchst wahrscheinlich auf centralen Verhältnissen. Mir scheint es das Einfachste, anzunehmen, dass jede peripherische Nervenendigung im Stande ist, gereizt eine bewusste Empfindung zu veranlassen, dass aber — wegen der geringen Zahl der eigentlichen Rückenmarksfasern (*Volkmann*), welche die Enden der peripherischen Nerven im Rückenmark mit dem Gehirn in Verbindung setzen, — wenn mehrere beisammenliegende oder auch entferntere Hautnervenenden getroffen werden, nur eine einzige bewusste Empfindung entsteht. Bei Annahme dieser Theorie, die auch im Wesentlichen bei *Volkmann* (pg. 512) sich findet, müsste man die Empfindungskreise *Weber's* gewissermassen ins Rückenmark an die Enden der eigentlichen Rückenmarksfasern von *Volkmann* verlegen, dieselben ebenfalls verschieden gross annehmen und mit *Czermak* sich interferiren lassen, mit andern Worten: es müssten die Nerven von scharf fühlenden Orten durch mehr intermediäre Fasern mit dem Sitze des Bewusstseins verbunden sein, als die von andern und auch an den Enden dieser Fasern gleichsam ein Ineinandergreifen

derselben statuirt werden. Bei Annahme dieser Theorie wäre dann auch der erste oben erwähnte Punkt erklärt. Ein localer Reiz wird zwar local gefühlt, allein je nachdem die getroffenen Nerven durch mehr oder weniger Leiter im Mark mit dem Gehirn verbunden sind, wird man auch die getroffene Stelle mehr oder weniger genau angeben können, wird man in den einen Fällen nur um ½—1‴ sich irren, in den andern um 1—1½″ und darüber (siehe auch *Volkmann* l. c. pg. 571).

E. H. Weber hat in seiner letzten ausgezeichneten Abhandlung über den Tastsinn zu beweisen gesucht, dass nur die Nervenendigungen in der Haut, nicht aber die Fasern in den Nervenstämmen die Gefühle des Drucks, der Wärme und Kälte vermitteln. Wäre dies der Fall, so hätte die Anatomie die Aufgabe nachzuweisen, ob und welche Differenzen in den Verhältnissen der beiderlei bezeichneten Stellen sich finden. Ich gestehe, dass die Analogie und die *Weber'schen* Experimente mir diese Ansicht sehr wahrscheinlich machen, und will daher noch anführen, dass die Anatomie allerdings mehrere Eigenthümlichkeiten der Haut und ihrer Nerven aufzuzählen im Stande ist, welche sie vorzüglich zum Sinnesorgan qualificiren. Diese sind einmal das Vorkommen von Erhebungen mit Nerven an ihrer äussern Fläche. Sind diese zerstört (durch Geschwüre, Narben z. B.), so dass nur die in Stämmen beisammenliegenden Nervenfasern erregt werden können, so wird zwar meiner Meinung nach Druck empfunden, allein isolirte und feinere Wahrnehmungen werden unmöglich sein. Zweitens sind gewiss die Feinheit der sensiblen Nervenfasern in den Endigungen, ihre oberflächliche Lage und der Mangel besonderer Hüllen (Neurilem) — alles ganz constante Erscheinungen, die ohnehin bei allen Sinnesnerven wiederkehren — sehr zu berücksichtigen. Ist es nicht gedenkbar, dass feinere, mehr blossliegende Nervenfasern auch in ganz anderer Weise erregbar, zu anderen Leistungen befähigt sind als gröbere, Reizen weniger zugängliche Nerven? So könnte es vielleicht zu erklären sein, warum, *Weber's* Angaben als richtig vorausgesetzt, Wärme und Kälte nur an den Enden der Hautnerven und hier auch noch verschieden, je nach deren grösserer oder geringerer Feinheit, wahrgenommen werden, sonst aber nicht.

Mit Bezug auf die Nervenschlingen, die einst eine solche Rolle spielten, glaubt die Physiologie jetzt nicht blos so weit zu sein, dass sie dieselben entbehren kann, sondern es geschieht ihr sogar ein Dienst damit, wenn man ihre Nichtexistenz beweist. Dies kann aber nicht hindern, die Schlingen in Schutz zu nehmen, wo sie wirklich existiren, und dass dies für die Hautpapillen gilt, ist mir eine ausgemachte Sache. Freilich ist es nicht leicht, die physiologische Wirkung der Schlingen auszumitteln,

namentlich auch weil ihr Verhältniss zu den übrigen Nerven noch gar nicht feststeht. Entweder leiten die beiden Schenkel derselben nur central und wo dieselben zusammenkommen, ist ein Indifferenzpunct, von welchem aus die Leitung nach zwei Seiten geht, oder die Schlingen wirken, wo immer sie auch erregt werden, nach dem Centrum und nach der Peripherie und hier vielleicht umbeugend doch zum Centrum oder endlich wirken sie immer nur nach einer und derselben Seite. Welche von diesen drei Annahmen die richtige ist, lässt sich vorläufig nicht entscheiden und es bleibt demnach den Anhängern der Lehre von der einseitigen nur centralen Leitung der sensiblen Fasern vorläufig unbenommen, der ersten, auch sonst plausibelsten Theorie zu huldigen, nach welcher der empfindlichste Punct der Papillen ihre Spitze wäre, wo jede Erregung immer zwei Nervenfasern in Thätigkeit versetzen würde. — Die oft recht beträchtlichen Windungen der Nervenfasern in den Papillen (*Gerber's* Multiplicatoren) könnten in der That, weil die Summe von Nervenmasse in den Papillen vermehrend, zu einer vermehrten Thätigkeit derselben etwas beitragen, namentlich wenn sie so entwickelt sind, wie sie *Gerber* vom Pferde abbildet und wie ich sie in der Conjunctiva sah.

In Betreff der Bewegungen der Haut hat man bis jetzt zu wenig zwischen wirklicher Contractilität und Elasticität unterschieden. Nicht die Contractilität der Haut erklärt das Klaffen von Hautwunden, die Zurückziehung der Haut bei Amputationen, die Zusammenziehung der Bauchhaut nach Geburten etc., sondern die Elasticität derselben, die in dem so reichlichen elastischen Gewebe der *Cutis* und *Fascia superficialis* ihren Sitz hat. Auf einem lebendigen Zusammenziehungsvermögen beruhen nur die Runzelung des *Scrotum* und der *Penis*haut, die Erhebung der Brustwarze und die Bildung der sogenannten Gänsehaut, und zwar werden dieselben durch die oben beschriebenen glatten Muskeln der Haut bewirkt. Wie die Runzelung des *Scrotum* etc. zu Stande kommt, ist leicht einzusehen. Die Muskeln liegen hier im Unterhautzellgewebe und bilden Netze mit vorwiegender Längsrichtung der Fasern; wenn sie wirken, vermindert sich der ganze Umfang des *Scrotum,* indem die Haut in stärkern Querfalten und schwächern Längsfalten sich erhebt. Bei der Erection der Brustwarze verkleinert sich der ganze Warzenhof durch Wirkung seiner Kreisfasern und treibt so die Warze selbst, die sich ganz passiv zu verhalten scheint, hervor. Bei Schwangern, die ich in dieser Beziehung untersuchte, verhielt sich der Durchmesser des Warzenhofes bei nicht erigirter Warze zu dem bei erigirter, wie 8 : 4—6, oder war im Mittel nicht ganz einmal so gross, woraus sich demnach eine sehr beträchtliche Verkürzung der Kreisfasern derselben ergibt. Die Gänsehaut endlich,

die in ganz localen Zusammenziehungen der um die Haarbälge gelagerten Hautpartieen, durch welche die Balgmündungen conisch hervortreten, besteht, erklärt sich einfach durch die von mir gefundenen, seitlich an allen Haarbälgen gelegenen, kleinen Bündel glatter Muskeln, die schief von den obern Theilen der Lederhaut in die Tiefe an die Bälge gehen, und, wenn sie wirken, die Bälge hervortreiben und die Gegenden, von denen die Muskeln herkommen, einziehen. Die Contractionen der genannten Muskeln kommen zu Stande durch Einwirkung von Kälte (*Scrotum*, Warzenhof, Haarbalgmuskeln), durch psychische Affectionen, Furcht, Schrecken (Gänsehaut), Vorstellungen die auf das Geschlechtsleben Bezug haben (*Scrotum*), durch Erregung sensibler Nerven als Reflexaction (*Scrotum*, Gänsehaut), durch mechanische Einwirkungen (Warzenhof), und stehen demzufolge wenigstens zum Theil unter dem Einflusse des Nervensystems. Auch der elektrische Reiz ist, wie ich neulich gefunden habe (*Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. II.* und *Mittheil. der naturf. Ges. in Zürich* 1850), ebenfalls wirksam, indem selbst beim lebenden Menschen durch den Rotationsapparat locale herrliche Gänsehaut und Erection der Brustwarze hervorgebracht werden kann. — Die Annahme eines contractilen Bindegewebes muss ich für die Haut wie auch für andere Theile, wie ich schon früher ausgesprochen (*Mittheil. der zürcher naturf. Ges.* 1847, *pg.* 27) bestimmt verwerfen, weil die durch das Mikroskop in der Haut nachweisbaren glatten Muskeln, deren Contraction auf galvanische Reize das Experiment ergibt, alle Contractionserscheinungen der Haut genügend erklären. Eine Ausnahme könnten auf den ersten Blick einzig die Hand und der Fuss zu begründen scheinen, da hier an Finger- und Zehenbeeren, auch am Rücken der letzen Phalangen bei längerer Einwirkung von Wasser Runzeln sich bilden, obschon alle und jede glatte Muskeln in der Lederhaut fehlen. Allein das Zustandekommen dieser Runzeln erklärt sich einfach entweder durch die Contractionen der Gefässe dieser Theile, deren zahlreiche glatte Muskeln hier wie anderswo auf Kälte reagiren, oder, und diese Erklärung möchte ich noch vorziehen, da die besagten Runzeln nicht blos durch kaltes Wasser, sondern abgesehen von der Temperatur durch längeres Eintauchen der Hand in Flüssigkeiten (auch Alkohol z. B.) entstehen, durch Lockerung und Anschwellen der Haut durch Resorption von Flüssigkeit.

Den interessanten Versuchen von *E. H. Weber* in Betreff der Schärfe des Ortssinnes in der Haut wird dadurch von ihrem Werthe nichts genommen, dass man in der Erklärung derselben nicht mit *Weber* übereinstimmt. Dieselben geben nach meiner auseinandergesetzten Ansicht Aufschluss über den Zusammenhang der peripherischen Nerven mit dem Sitze des Bewusst-

seins, Aufschluss über die Anordnung der intermediären Fasern im Mark, und zeigen, dass die Verbindung bald eine innigere ist, so dass fast jede peripherische Faser direct mit dem Sensorium communicirt, bald eine lockerere. — Dass *Weber's* und auch *Krause's* Ansichten weiter ausgesponnen zu einer Unmöglichkeit führen, ist leicht zu zeigen. Berührt man z. B. am Rücken mit einem 25—30‴ weit geöffneten Zirkel zwei Puncte, so entsteht nach *Weber* Eine Empfindung, weil diese zwei Puncte auf Einen Empfindungskreis fallen, von einer einzigen Nervenfaser versorgt werden. Fährt man nun mit dem gleichweit geöffneten Zirkel auf- und abwärts und berührt von 6 zu 6‴ immer wieder zwei Puncte, so entsteht immer nur Eine Empfindung, also müssten *a* und *b*, die 30‴ von einander abstehen, dieselbe Faser haben, wie *c* und *d*, die 6‴ von den beiden genannten entfernt sind, *c* und *d* dieselbe Faser wie *e* und *f* u. s. w.

1‴ 30‴ 60‴

. . . .

a c e g i b d f h k l m n

so dass man am Ende dazu käme, dass *a* und *l*, die 60‴ abstehen, *a* und *n*, ja selbst der ganze Rücken nur von Einer Faser versorgt wird. — *E. H. Weber* bezweifelt, dass Eine Nervenfaser mehrere Eindrücke zu leiten im Stande sei, und glaubt, dass *Volkmann's* für den *Opticus* gegebene Beweise nicht ausreichen, um demselben eine solche Art der Thätigkeit zu vindiciren. Auch hier muss ich mir erlauben, meinem hochgeschätzten Freunde zu widersprechen. *Volkmann's* Beweis stützt sich nicht wesentlich darauf, dass die kleinsten Netzhautbilder kleiner sind, als der Durchmesser der *Opticus*fasern (siehe bei *Volkmann* pg. 564) und kann daher nicht gestürzt werden, wenn *Weber* nachweist (pg. 535), dass die Fasern des *Opticus* weniger als die kleinsten Bilder (nämlich 0,0007—0,001‴ die Bilder 0,002—0,001‴) messen, vielmehr geht *Volkmann* vor Allem davon aus, dass die gesammte Netzhautfläche ungefähr 50 mal grösser ist als der Querschnitt der Sehnerven, und daher nicht an jedem Puncte eine Nervenendigung darbieten kann. Hiergegen liesse sich nun *a priori* freilich einwenden, dass vielleicht wirkliche Nervenenden nur an der kleinen Stelle sich finden, wo man scharf sieht, an den andern Orten in der Fläche ausgebreitete Fasern, und ich kann daher *Volkmann* nicht beistimmen, wenn er auf die allem Anscheine nach sichere anatomische Thatsache, dass die Fasern des *Opticus* im Hintergrunde der *Retina* keine Endigungen bilden, kein besonderes Gewicht legen zu müssen glaubt. Gerade dieses anatomische Verhalten, und dieses allein stellt den wichtigen *Volkmann'schen* Satz für den *Opticus* fest und verleiht so auch der Vermuthung, dass die Aeste der Nervenprimitivfasern in der Haut ebenfalls im Stande sind, jeder eine gesonderte Empfindung zu erregen, wenn er für sich getroffen wird, eine gute Stütze. — Ich habe vor Kurzem die angeführten neusten *Weber'schen* Versuche in Betreff der Existenz des Temperatursinnes auf Geschwürsflächen und Narben an einigen Individuen angestellt, jedoch ohne ganz entsprechende Resultate zu erhalten. Bei dreien wurde bei verbundenen Augen ein aufgelegtes Eisstück in wiederholten Versuchen immer deutlich an seiner Kälte erkannt, während die

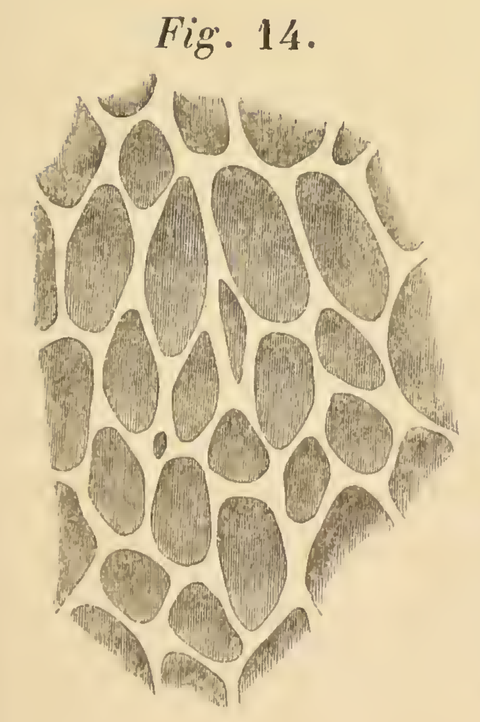
Wärme eines Löffel, der Wasser von 40—50° R. enthielt, nur undeutlich, zum Theil gar nicht wahrgenommen wurde. Einem vierten Individuum machte anfänglich ein Eisstück und ein bis zu 50° erwärmter Löffel nur Schmerz, dann wurde später auch die Kälte, aber nicht die Wärme empfunden, und am Ende des Versuches wieder nur Schmerz. In allen diesen Fällen konnte freilich das Verhalten der Nerven und der Lederhaut in den Geschwürsflächen und Narben nicht anatomisch ermittelt werden, und daher sind dieselben auch nicht entscheidend. Ganz geeignete Individuen zu solchen Experimenten sind nur solche, bei denen die Lederhaut ganz destruirt ist, doch wird man auf den Grad der Empfindlichkeit der zu untersuchenden Fläche sehr Rücksicht zu nehmen haben. Ist dieselbe sehr empfindlich, so werden höhere Kälte- und Wärmegrade, auch vorausgesetzt, dass der Temperatursinn noch da ist, gleich Schmerz verursachen und so zu Täuschungen Anlass geben; ist dieselbe sehr empfindlich (callöse Partieen, wuchernde Granulationen, Narben), so wird die Temperatur anfangs ebenfalls nicht gespürt, so wenig als mechanische Reize, und nachher vielleicht so allmälig, dass ein Ungebildeter sich keines bestimmten Gefühles bewusst wird.

Auch die glatten oben beschriebenen Muskeln der Vogelhaut reagiren auf Galvanismus, selbst an abgeschnittenen Hautstückchen, und hier kann man dann bei der Grösse dieser Muskeln leicht sehen, dass sie es sind, welche die Erhebung der Federn hervorbringen.

B. Oberhaut.

§. 14.

Fig. 14.



Die Lederhaut ist an allen Stellen von einer gefäss- und nervenlosen, einzig und allein aus Zellen gebildeten, halbdurchsichtigen Haut, der Oberhaut, *Epidermis*, überzogen, die sich allen Vertiefungen und Erhabenheiten derselben genau anschmiegt und desswegen an ihrer innern Fläche das genaue Abbild der äussern Fläche der Lederhaut darbietet, in der Weise, dass, wo die letztere eine Erhabenheit zeigt, in ersterer eine gleichgeformte Vertiefung sich findet und umgekehrt (Fig. 14. und die Figur bei den Schweissdrüsen). Auch an ihrer äussern Fläche wiederholt die

Fig. 14. Epidermis des Handrückens von der untern Fläche, 50mal vergrössert, mit den Gruben zur Aufnahme der Papillen und den netzförmig verbundenen Rändern derselben.

Oberhaut in etwas die Gestalt der Lederhaut, indem wenigstens die bedeutenderen Erhebungen und Senkungen derselben, wie die Leisten der Handfläche und Fusssohle, die Furchen an den Gelenken, Muskelinsertionen u. s. w. auch in ihr, die letztern selbst stärker sich ausprägen, während allerdings die Papillen gar kein oder ein kaum erkennbares Vortreten derselben bewirken. Ausserdem befinden sich an dieser Fläche der Oberhaut noch eine Menge von Oeffnungen der Haarbälge und verschiedenartiger Hautdrüsen und in ihr selbst die äusseren Theile der genannten Organe, welche, indem sie von der Oberhaut in die Lederhaut sich fortsetzen, eine Bekleidung von der erstern, deren Verhalten weiter unten bei den genannten Organen ausführlich geschildert werden soll, mitnehmen, durch welche die Verbindung zwischen beiden nur um so inniger wird.

Die Oberhaut besteht aus zwei Lagen, die in chemischer und morphologischer Beziehung von einander abweichen und durch eine ziemlich scharfe Grenze von einander geschieden sind, nämlich aus der Schleimschicht und Hornschicht.

§. 15.

Die Schleimschicht, *Stratum Malpighi*, *Rete* oder *Mucus Malpighi* vieler Autoren, ist der innere unmittelbar an die Lederhaut stossende, fast überall wellenförmig verlaufende Theil der Oberhaut, der an vielen Orten schon dem blossen Auge durch seine weissliche oder in verschiedenen Nüançen braune Farbe von der Hornschicht sich unterscheidet und durch weiche, leicht zerstörbare, eigenthümlich gelagerte, kleine Zellen sich charakterisirt.

Die Form dieser Zellen, so wie ihre Lagerung, sind nicht an allen Orten gleich (Taf. 1. Fig. 3). Die innersten derselben *(b)*, die ohne dazwischen gelagerte freie Kerne oder halbflüssige Substanz in einfacher Lage unmittelbar der freien Fläche der Lederhaut aufsitzen, sind fast ohne Ausnahme länglich und gleichen nicht selten den Zellen des Cylinderepitelium fast vollkommen, um so mehr, da sie wie diese mit ihrem Längendurchmesser senkrecht auf der Oberfläche der Lederhaut stehen; ihre Länge beträgt von 0,0033—0,0045‴, ihre Breite 0,0025—0,003‴. Auf dieselben folgen an den meisten Gegenden unmittelbar länglichrunde oder selbst runde Zellen von 0,003—0,004‴ in mehrfacher Schicht, nur an einigen Orten, wie an Hand und Fuss, am freien Rande der Lider, an der Schleimschicht der Nägel und Haare (siehe unten), sind hie und da zwischen die runden und länglichen Zellen noch eine, zwei und selbst drei Lagen gleichfalls länglicher und senkrecht stehender Elemente eingeschoben, so dass dann die Schleimschicht der mehrfachen senkrecht

stehenden Zellenlagen wegen bei stärkeren Vergrösserungen in ihren tiefsten Lagen ein streifiges Ansehen erhält. Dieses Verhältniss fällt um so mehr ins Auge, als die übrigen Elemente der Schleimschicht, je weiter man dieselben von den ersten runden Zellen an nach aussen verfolgt, um so mehr in einer andern Richtung sich verschmälern, nämlich horizontal sich abplatten (Taf. 1. Fig. 3. *c*) und endlich in den obersten Schichten in 0,006—0,016''' breite und lange 0,002—0,008''' dicke Bläschen sich umgestalten (Taf. 1. Fig. 3. *d*). Zugleich nehmen dieselben in Folge gegenseitigen Druckes eine mehr oder weniger deutliche polygonale Gestalt an, die auch an isolirten Zellen zu erkennen ist.

Alle Zellen der Schleimschicht stimmen in ihrem Bau im Wesentlichen überein und sind mit Flüssigkeit prall gefüllte kernhaltige Bläschen. Ihre Membran ist blass, an den kleinsten oft schwer nachzuweisen, oft ganz deutlich, immer zart, an den grösseren stärker, jedoch bei weitem derjenigen der Zellen der Hornschicht nicht zu vergleichen. Der Inhalt ist nie ganz flüssig, aber auch, die gefärbte Oberhaut ausgenommen (siehe unten), normal nie mit grösseren Gebilden, Körnern oder Fetttropfen z. B., versehen, sondern fein granulirt mit verschieden deutlich ausgeprägten Körnchen, die ohne Ausnahme in den äusseren Zellen spärlicher werden. Der Kern endlich ist in den kleinsten Zellen klein (0,0015 bis 0,0025'''), in den grössern grösser (0,003—0,005'''), kugelig oder linsenförmig in den runden und abgeplatteten, länglich in den länglichen Zellen. In den grössern Zellen erscheint er deutlich als Bläschen, oft mit einem *Nucleolus* und liegt inmitten des Inhaltes central; in den kleinern ist er dem Anscheine nach mehr körnig oder homogen, ohne sichtbaren *Nucleolus*, und so gelagert, dass er nicht selten die Zellenwände da oder dort berührt.

Mehrere Autoren nehmen zwischen Oberhaut und Lederhaut noch ein besonderes Häutchen an. *Krause* findet (l. c. pg. 112) auf der freien Fläche der Lederhaut eine durchsichtige, völlig texturlose, halbflüssige zähe Schicht von nur $^{1}/_{250}$—$^{1}/_{350}$''', nach ihm wahrscheinlich das Cytoblastem der Epidermiszellen, auf die eine Lage von freien Kernen und endlich wirkliche Zellen folgen; *Henle* (l. c. p. 1010) betrachtet die unterste Lage der Oberhaut als ein noch nicht in Zellen getrenntes Cytoblastem mit eingelagerten Kernen und nennt dieselbe intermediäre Haut; solche freie Kerne nehmen auch *Bruns* (pg. 358), *Günther* (pg. 287), *Hyrtl* (pg. 379), *Hassal* (pg. 242) u. A. an, während *Reichert* dieselben, sowie *Krause's* structurlose Haut leugnet (Müll. Arch. 1845. pg. 142). *Bowman* und *Todd* endlich (pg. 413. fig. 84) halten zwar die untersten Theile der Epidermis für ganz ausgebildete Zellen, nehmen aber (pg. 404. 411) unter denselben als äusserste Begrenzung der Lederhaut eine einfache, homogene und durchsichtige Membran an (*basement membrane*), welcher Ansicht auch *Carpenter* (pg. 117.) sich anschliesst. Was mich

betrifft, so stimme ich, wie aus diesem §. zu ersehen ist, vollkommen mit *Reichert* überein. Dass die untersten Epidermislagen aus fertigen Zellen bestehen, ist in den meisten Fällen ganz deutlich zu sehen, namentlich an feinen senkrechten Schnitten und nach Zusatz von Essigsäure und verdünnten Alkalien, man darf daher aus den Fällen, wo man die Zellen nicht deutlich sieht, was allerdings ziemlich häufig vorkommt, keinen Schluss ableiten, um so mehr, da auch unter solchen Umständen die ganz regelmässigen Entfernungen der Kerne von einander, Andeutungen der Zellmembranen in einer zarten Streifung zwischen denselben und die scharflinige Begrenzung des *Stratum Malpighi* gegen die Lederhaut ziemlich bestimmte Anzeichen vorhandener Zellen abgeben. *Krause's* homogene Schicht und die *Basement membrane* der englischen Autoren sind meiner Meinung nach dasselbe, und nichts als der äusserste Theil des *Corium*, der namentlich an den Papillen und auch zwischen denselben scheinbar structurlos und homogen erscheint. Von einer Trennung dieser ganz schmalen und nach innen keineswegs begrenzten Saumes, der allerdings bei Embryonen (siehe oben bei der Lederhaut, unten bei der Entwicklung der Haare) eine isolirte Haut zu sein scheint, von der *Cutis* kann um so weniger die Rede sein, da derselbe beim Erwachsenen auf keine Weise als besondere Schicht darzustellen ist. — Die längliche Gestalt der tiefsten Epidermiszellen und ihre grosse Aehnlichkeit mit Cylinderepitelzellen, obschon manchen Autoren bekannt, wird nicht hinlänglich hervorgehoben. Aehnliche längliche Zellen bieten auch geschichtete Pflasterepitelien, z. B. dasjenige der *Cornea* der Säugethiere in der Tiefe dar.

§. 16.

Die **Hornschicht**, *Stratum corneum* (Fig. 15. *a.*), bildet den äussern halbdurchsichtigen, beim Weissen farblosen Theil der Oberhaut, der fast durchweg aus gleichmässig gebildeten, in Plättchen umgewandelten Zellen besteht. Nur da, wo dieselbe an die Schleimschicht anstösst, gleichen ihre Elemente den obersten Zellen derselben namentlich darin, dass sie

Fig. 15.



Fig. 15. Senkrechter Schnitt durch die Oberhaut und äussere Coriumfläche der Daumenbeere quer durch zwei Leistchen, 50 mal vergrössert und mit Essigsäure behandelt. *a.* Hornschicht der Oberhaut. *b.* Schleimschicht. *c.* Lederhaut. *d.* Einfache Papille. *e.* Zusammengesetzte Papille. *f.* Epitelium eines Schweisskanales in die Schleimschicht übergehend. *g.* Lumen desselben in der Lederhaut. *h.* In der Hornschicht. *i.* Schweisspore.



noch Bläschen darstellen und zartere Membranen haben, doch unterscheidet sie der ganz helle, oft körnerlose Zelleninhalt, der mit wenigen Ausnahmen nicht mehr deutliche und nie bläschenartige Kern und vor allem der chemische Charakter, wovon unten mehr, wie mir scheint ziemlich bestimmt von ihren Nachbarn. Nach aussen treten an die Stelle dieser Zellen sehr bald, d. h. schon in der zweiten und dritten Lage, die Epidermis- oder Hornplättchen, bei denen von einer Aehnlichkeit mit den Gebilden des *Mucus Malpighi* nicht mehr die Rede sein kann. Dieselben (Fig. 16. 1, 2, 3. Taf. 1. Fig. 4. *e.*) sind wirkliche Plättchen von mässiger Dicke, die in den unteren und mittleren Theilen der Hornschicht eine noch ziemlich regelmässige polygonale 4, 5 bis 6-eckige Gestalt, und glatte Flächen besitzen (Fig. 17), in den oberen Lagen dagegen unregelmässigere Umrisse annehmen, verschiedentlich sich krümmen und biegen und daher oft wie gerunzelt und gefaltet erscheinen. Diese Plättchen müssen als ganz abgeplattete und mit einer ganz geringen Menge einer zähen Flüssigkeit versehene Zellen und nicht, wofür ihr Ansehn zuerst spricht, als homogene, durchweg aus derselben Substanz gebildete Lamellen angesehen werden, denn sie quellen durch Zusatz verschiedener Reagentien, namentlich von Essigsäure und von Kali auf und nehmen die Gestalt von Bläschen an (Figg. 18. 19.); hierbeiwird zugleich auch ersichtlich, dass in einigen wenigen derselben, jedoch lange nicht bei der Mehrzahl und namentlich in den mittleren und inneren Theilen der Hornschicht noch

Fig. 16. Hornschichtplättchen des Menschen 350 mal vergrössert. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite. 3. Mit Wasser behandelt, granulirt und dunkler. 4. Kernhaltiges Plättchen, wie sie an der Aussenseite der *Labia minora* und an der *Glans penis* vorkommen.

Fig. 17. Eine zarte Lamelle Hornschichtplättchen von der Fläche, 250 mal vergrössert.

ein rudimentärer Kern in Gestalt eines platten, homogenen, rundlichen oder länglichen Körperchens von 0,003—0,004''' Länge und 0,002—0,003''' Breite vorkommt, das, besonders von der Seite gesehen, seiner alsdann dunkleren Contouren wegen leichter zu erkennen ist.

Etwas abweichend von diesen weitverbreiteten Hornplättchen sind die Hornschichtelemente der *Glans penis*, der Vorhaut, des *Penis* und *Scrotum*, der äussern Seite der *Labia minora*, der *Clitoris*, der *Labia majora*, des Einganges der Nasenhöhle, da wo die Haare sitzen, der Lippen, der Mastdarmöffnung; dieselben gleichen mehr den Plättchen der Schleimhäute mit geschichtetem Epitelium und zeichnen sich namentlich durch ihre bedeutende Grösse, ihre glatteren Flächen und die deutlicheren, auch ohne Zusätze sichtbaren Kerne aus. Namentlich gilt diess von denen der *Glans* und des *Praeputium penis*, der *Labia minora* und der *Clitoris* (Fig. 16. 4), die besonders deutliche, in den meisten Zellen sichtbare, oft von einem hellen Hofe umgebene Kerne besitzen, weniger von den andern Orten, deren Elemente in ihrem ganzen Verhalten denen der gewöhnlichen Hornschicht mehr sich annähern. Die Grösse der Plättchen der gewöhnlichen Hornschicht varirt von 0,008 bis 0,016''' und ist in den äussern Lagen gewöhnlich etwas bedeutender als in den innern; am Körper des *Penis* messen die Zellen 0,008—0,012''', an der *Glans* die grössten 0,016—0,02'''; an der äussern Seite der *Lab. minora* 0,012—0,02''' an den *Lab. majora* 0,01—0,016'''.

Während das *Stratum Malpighi* im Ganzen genommen, die untersten und die obersten Zellenlagen ausgenommen, nur undeutlich geschichtet ist und sich auch unter normalen Verhältnissen kaum in einzelne Lamellen zerfällen lässt, findet sich in der Hornschicht durchweg eine deutliche Schichtung in der Weise, dass ihre Plättchen durch Aneinanderlagerung in der Fläche, je nach der Breite der Hornschicht, eine verschiedene Zahl von Blättern bilden (Taf. 1. Fig. 3). Diese Blätter, die jedoch nicht als scharf von einander getrennte einfache Zellenlagen gedacht werden dürfen, sondern in der Fläche unter sich zusammenhängen und nur zu mehreren, namentlich leicht an gekochter und macerirter Oberhaut, mit dem Messer darzustellen sind, bieten nicht überall denselben Verlauf dar. Abgesehen von den verschiedenen ausgedehnteren Hebungen und Senkungen der ganzen Oberhaut, da wo die Lederhaut ihre Furchen, Runzeln u. s. w. bildet, zeigen die innersten Blätter der Hornschicht, eben so wie das *Stratum Malpighi in toto* betrachtet, überall wo Papillen sich finden, einen wellenförmigen Verlauf, springen an den Spitzen der Papillen nach aussen vor und senken sich zwischen denselben nach innen ein. In besonders ausgezeichnetem Grade hat diess an allen den Stellen

statt, wo sehr entwickelte Papillen und ein nicht zu dickes *Rete Malpighi* sich finden, besonders an der Handfläche und Fusssohle (Fig. 15. Taf. 1. Fig. 3), indem hier die Hornschicht so tief zwischen die Papillen eindringt, dass ihre untersten Zellen in einer Linie mit der halben Höhe der Papillen stehen; wo die Papillen kleiner sind, senkt sich die Hornschicht weniger zwischen dieselben hinein oder liegt selbst ganz eben auf dem *Stratum Malpighi*, was auch da der Fall ist, wo die Papillen fehlen. Demnach ist die Grenzlinie zwischen Hornschicht und *Stratum mucosum* auf senkrechten Schnitten bald eine gerade, bald eine Wellenlinie mit niedrigeren oder höheren Erhebungen und Senkungen. Die übrigen Theile der Hornschicht nehmen, je weiter sie von der Schleimschicht sich entfernen, einen um so weniger gebogenen Verlauf an, doch kann man nicht bloss an Hand und Fuss, wo bekanntlich die Leistchen des *Corium* auch äusserlich an der Oberhaut ausgeprägt sind, sondern auch noch an manchen andern Orten, an senkrechten Schnitten, in den obersten Lagen einen leicht welligen Verlauf der Blätter wahrnehmen und schon aus den einzelnen Erhebungen die Stellen ersehen, wo in der Tiefe Papillen sitzen.

Die Stellung der Plättchen in der Fläche anlangend, so verdient Erwähnung, dass dieselben überall da, wo Ausführungsgänge von Drüsen und Haarbälge die Hornschicht durchbohren, kreisförmig um diese angeordnet sind, wie am leichtesten an den Mündungen der Schweissdrüsen zu sehen ist. Eine ähnliche Lagerung fand ich sonst nur noch in der Handfläche und Fusssohle, wo die zwischen die Papillen sich einsenkenden Zellen der Hornschicht ebenfalls kreisförmig um die einzelnen Papillen und ihre Schleimschicht herum stehen.

§. 17.

Die Farbe der Epidermis anlangend, so ist, wie schon erwähnt, beim Weissen die Hornschicht durchscheinend und farblos oder leicht ins Gelbliche spielend, die Schleimschicht gelblichweiss oder verschiedentlich bräunlich gefärbt. Am intensivsten bis zum schwarzbraunen gehend ist die Färbung im Warzenhofe und an der Brustwarze, vor allem beim Weibe zur Zeit der Schwangerschaft und bei Frauen die schon geboren, schon weniger an den *Lab. majora,* dem *Scrotum* und *Penis,* wo dieselbe übrigens sehr varirt, bald fast gänzlich fehlt, bald sehr deutlich ist, am unbedeutendsten in der Achselhöhle und um den After herum. Ausser diesen Stellen, die bei den meisten Individuen mehr oder weniger, bei dunklem Teint mehr als bei hellem, gefärbt sind, lagert sich dann noch an verschiedenen andern Orten, bei Schwangern in der *Linea alba* und im

Gesicht (rhabarberfarbene Flecken), bei Individuen, die den Sonnenstrahlen mehr oder weniger ausgesetzt sind, im Gesicht, namentlich an Stirn, Kinn und Wangen, am Halse, dem Nacken, der Brust, dem Handrücken, Vorderarm, endlich bei Individuen mit dunklem Teint fast über den ganzen Körper ein stärkeres oder schwächeres, oft sehr dunkles Pigment an, das ebenfalls im *Stratum Malpighi* wurzelt. Der Sitz dieser Färbungen sind nicht besondere Pigmentzellen, sondern einfach die gewöhnlichen Zellen der Schleimschicht (Taf. 1. Fig. 2). Wo dieselbe weiss oder gelblichweiss erscheint, findet sich kein mikroskopisch sichtbares Pigment in den Zellen und rührt die Färbung einzig von dem granulirten Inhalte derselben und den hie und da leicht gelblich tingirten Kernen her; wo dagegen intensiver gelbe, bräunliche oder selbst braunschwarze Schattirungen auftreten, lässt sich wirklich ein Pigment nachweisen, dessen Sitz jedoch noch etwas zweifelhaft ist, indem die einen, wie *Krause* und *Bruch* dasselbe vorzüglich in die Kerne, andere, wie *Todd* und *Bowman*, in Körnchen um den Kern verlegen, während *v. Bärensprung* (*Beiträge zur Anatomie u. Pathologie d. menschlichen Haut. Leipzig*, 1848) *Todd-Bowman's* und *Krause's* Ansichten zu verbinden scheint (pg. 31 u. 69). Meinen Beobachtungen zufolge befindet sich dasselbe einmal in den Kernen in Gestalt eines feinkörnigen oder mehr homogenen Farbstoffes und zweitens in den Zellen selbst in Form von Pigmentkörnchen. Bei leichten Färbungen der Haut sind meist nur die Kerne und zwar nur die der alleruntersten Zellenschicht betheiligt, so dass man auf senkrechten Hautschnitten die Papillen von einem gelblichen Saume begrenzt findet; dunklere Nüançen werden dadurch hervorgebracht, dass die Färbung auf 2, 3, 4 und mehr Zellenschichten und auch auf die um den Kern gelagerten Körnchen sich erstreckt, theils beruhen sie auf dunklerer Färbung der Kerne und Körner der tiefsten Zellenschicht, welche beiden Momente gewöhnlich mit einander vereint sind. Auch die Hornschicht der gefärbten Hautstellen ist nach *Krause* (pg. 120) in den Wandungen der Zellen leicht gefärbt, was sich jedoch nur bei ihrer Vergleichung mit derjenigen ungefärbter Hautpartieen und nur an stärker gefärbten Stellen zeigt.

Beim Neger und den übrigen farbigen Menschenstämmen ist es ebenfalls nur die Oberhaut, welche gefärbt ist, während die Lederhaut sich ganz wie beim Europäer verhält, doch ist das Pigment viel dunkler und ausgebreiteter. Beim Neger (Taf. I. Fig. 4), bei dem sich die Epidermis in Bezug auf Anordnung und Grösse ihrer Zellen ganz wie beim Europäer verhält, sind die senkrecht stehenden Zellen der tiefsten Theile der Schleimschicht am dunkelsten, dunkelbraun oder schwarzbraun und bilden

einen scharf gegen die helle Lederhaut abstechenden Saum. Dann kommen hellere, jedoch immer noch braune Zellen, welche besonders in den Vertiefungen zwischen den Papillen stärker angehäuft sind, jedoch auch an den Spitzen und Seitentheilen derselben in mehreren Lagen sich finden, endlich folgen an der Grenze gegen die Hornschicht braungelbe oder gelbe, oft ziemlich blasse, mehr durchscheinende Lagen. Alle diese Zellen sind mit Ausnahme der Membranen durch und durch gefärbt und zwar vor allem die Kerne, welche in den innern Zellenschichten weit aus die dunkelsten Theile der Zellen sind. *Krause*, der frische Negerhaut untersucht zu haben scheint, wozu ich keine Gelegenheit hatte, schildert dieselben scharf begrenzt, dunkelbraun oder schwarzbraun, eher matt als glatt und glänzend, mit einem noch dunkleren, runden oder länglichen *Nucleolus* von 0,001—0,0012‴, nur undeutlich granulirt und ohne abtrennbare kleinere Pigmentkörnchen, was ich für Spirituspräparate im Wesentlichen bestätigen kann. Höher herauf werden die Kerne nach und nach blasser, doch bleiben sie in der Regel auch hier die dunkelsten Theile der Zellen. Dunkelgefärbt, jedoch meist heller als die Kerne, ist auch der Zelleninhalt, in welchem besondere Körnchen bald gänzlich zu mangeln scheinen, bald vorhanden sind. Im letzten Falle, der namentlich in den obern Zellen der Schleimschicht sich findet, sind dieselben manchmal stärker angehäuft und dunkler als die Kerne. Die Hornschicht des Negers ist auf den ersten Blick ungefärbt, doch sieht man bei ihrer Vergleichung mit der des Europäers und bei aufmerksamer Betrachtung mikroskopischer Flächen- und senkrechter Schnitte und selbst einzelner Plättchen leicht, dass sie einen Stich ins Gelbe oder Bräunliche besitzt. *Krause* beschreibt in einzelnen ihrer Plättchen einen dunkelbraunen Kern und selbst Anhäufungen von Pigmentkörnchen, was mir zu sehen nicht gelang. — In der gelblich gefärbten Haut eines Malaienkopfes der anatomischen Sammlung in Würzburg finde ich dasselbe, was ein dunkelgefärbtes *Scrotum* eines Europäers darbietet. — Dem zufolge unterscheidet sich die Oberhaut der gefärbten Raçen in nichts Wesentlichem von der der gefärbten Stellen der Weissen und stimmt selbst mit derjenigen einzelner Gegenden (Warzenhof namentlich) fast ganz überein.

In Betreff des Pigmentes in der Oberhaut stimmen die verschiedenen Autoren nicht ganz überein. *Henle*, der zuerst die pigmentirten Zellen in der Negerhaut beschrieb (*Symbolae ad anat. vill. intest. Berol.* 1837. *pg.* 6), die dann von *G. Simon* auch in den gefärbten Hautstellen der Europäer nachgewiesen wurden (*Müll.* Arch. 1840. pg. 181), ist geneigt, die ganze gefärbte Schicht der Haut für eine besondere, zwischen *Cutis* und ungefärbte gewöhnliche Schleimschicht eingeschobene Lage zu halten (Allg. An. p. 236), erwähnt jedoch auch (l. c. p. 282), dass die Pigment-

zellen mit denen das *Rete Malpighi* gemischt vorkommen und durch nichts als durch ihren Inhalt von denselben sich unterscheiden. Nach *Bruns* (pg. 359) rührt die Färbung der Negerhaut von bräunlichen oder schwarzen Pigmentkörnchen her, die in den dunkelschwarzen tieferen Schichten (*Stratum Malpighi*) zahlreicher sind, als in der hellbräunlichen, durchscheinenden Hornschicht. *Günther* (p. 292.) sucht die Ursache der Farbe in dem gleichmässiggefärbten Inhalte der Zellen des *Mucus Malpighi* und findet auch die Hornplättchen nie so rein weiss, wie beim Europäer, sondern mehr grau. *Krause* (pg. 121) lässt vorzüglich die Zellenkerne des *Stratum Malpighi* schwarzbraun gefärbt sein, ohne deutliche Pigmentkörnchen und findet auch ihre Zellen braun; in der blassgefärbten Hornschicht sollen ebenfalls hellbraune Zellen und hie und da dunkelbraune Kerne sich zeigen, ausserdem auch eine gewisse Zahl von Zellen mit wirklichen Pigmentkörnchen. *Bruch* (Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigments etc.) nimmt körnige oder glatte gefärbte Kerne an der Stelle des *Rete Malpighi* an. *Todd-Bowman* (pg. 415) stimmen wesentlich mit *Bruns* überein, nur lassen sie die Pigmentkörnchen vorzüglich um die Kerne herumliegen, noch in die Hornschicht übergehen und nach aussen zu nach und nach ganz schwinden. *Flourens* (*l'Institut* 1843. pg. 281) endlich nimmt zwischen *Corium* und der innersten Epidermislage eine besondere Pigmentschicht an. — Pathologische Pigmentirungen der Oberhaut (Sommersprossen, Muttermäler etc.) verhalten sich nach *Simon*, *Krause*, *Bärensprung* und dem was ich sah, ganz wie die intensiver gefärbten Stellen der Weissen und wie Negerhaut. Wohl davon zu unterscheiden sind Pigmentirungen der Lederhaut und Papillen, wie man sie in Narben, nach chronischen Hautentzündungen und manchmal, wie bei *Ichthyosis* und manchen *Naevis*, zugleich mit gefärbter Oberhaut beobachtet, bei denen das Pigment direct aus Blutkörperchen und ihrem Farbstoff sich entwickelt. Fälle von partiell oder total weissen Negern und schwarzen Europäern, nicht in Folge einer Veränderung des Klima's, sondern durch einen angebornen oder nachträglich entstandenen abnormen Zustand der Haut werden viele gemeldet (vergl. *Hildebrand-Weber II. pg.* 526. *Flourens Compt. rend. XVII*), doch wird in der Zukunft wenigstens bei dunklern Färbungen der Europäer zu berücksichtigen sein, dass dieselben auch durch die abgelagerten Gallenfarbstoffe entstehen können.

§. 18.

Die Dicke der gesammten Oberhaut varirt ungemein, was besonders von der wechselnden Mächtigkeit der Hornschicht abhängt.

$^1/_{75}$ — $^1/_{50}$''' misst die Haut am Kinn, der Wange und Stirn, im äussern Gehörgang, an den Augenlidern;

$^1/_{50}$ — $^1/_{25}$''' am Nasenrücken, der Brust und Brustwarze beim Weibe, am Rücken der Zehen und Finger, am Halse und Rücken, an der innern und äussern Seite des Oberschenkels, am *Scrotum* und den *Labia minora;*

$^1/_{25}$ — $^1/_{16}'''$ am Rande der Augenlider, an der Brust und Brustwarze beim Manne, der behaarten Kopfhaut, dem Kinn, *Penis*, *Praeputium* und der *Glans Penis*.

$^1/_{16}$ — $^1/_{10}'''$ an dem rothen äussern Theile der Lippen, am Handrücken;

$^1/_{10}$ — $^1/_7'''$ an der Beugeseite der Finger und Zehen;

$^1/_3$ — $^1/_2'''$ an der Handfläche;

$^3/_4$ — $1^1/_3'''$ an der Fusssohle, an welchen beiden letztern Orten die grössten Wechsel sich darbieten, abgesehen davon, dass die Haut in den Furchen, an den Gelenken dünner ist als die der übrigen Gegenden.

Das Verhältniss der Schleimschicht und Hornschicht zu einander anbelangend, so finde ich an den einen Gegenden die erstere constant dicker als die letztere, und zwar im Gesicht an allen Stellen, in der behaarten Kopfhaut, am *Penis*, der Eichel, dem *Scrotum*, der Brustwarze und Brusthaut beim Manne, an den grossen und kleinen Schamlippen, am Rücken und Halse. Hier übertrifft die Schleimschicht, je nachdem man ihre Höhe von der Basis oder der Spitze der Papillen aus misst, die Hornschicht um das drei- bis sechsfache oder zwei- bis dreifache; an einigen der genannten Orte kommt jedoch auch das *Stratum Malpighi* an seinen dünnsten Theilen der Hornschicht gleich, wie an der Eichel. An den übrigen Körpergegenden sind entweder beide Schichten sich gleich, wie im äussern Gehörgang, und hie und da an der Beugeseite der zwei ersten Abschnitte der Extremitäten, oder die Hornschicht übertrifft die Schleimschicht um das zwei- bis fünffache, an den dicksten Stellen selbst um das 10- und 12fache.

Die absolute Dicke endlich schwankt beim *Stratum Malpighi* (an der Basis der Papillen) zwischen 0,007 und 0,16'''; da wo dasselbe stärker ist als die Hornschicht, misst es im Mittel 0,04''', wo es schwächer ist 0,01 — 0,02'''. Die Hornschicht misst auf der einen Seite an vielen Orten nur 0,005''', an andern bis 1''' und darüber; wo sie das *Stratum Malpighi* übertrifft, beträgt sie meist 0,1 — 0,4''', wo sie demselben nachsteht 0,01'''.

Da die Dicke der Haut im allgemeinen sehr varirt, so können natürlich ganz allgemeine Schlüsse erst dann, wenn wir im Besitze vieler Messungen sind, gezogen werden. Meine Untersuchungen, an zwei Individuen ausgeführt, stimmen mit denen von *Krause* (l. c. pg. 115) so ziemlich überein, nur finde ich die Extreme für beide Epidermislagen weiter auseinanderstehend, als *Krause*, und namentlich auch das *Stratum Malpighi* von sehr wechselnder Dicke, was auch schon von *Wendt* bemerkt wurde. Nachstehend noch einige Belege für diese Angabe.

	Dicke des *Stratum Malpighi*, zwischen den Papillen.	der Hornschicht.
Lippe, äuss. roth. Th.	0,06‴	0,02‴
Kinn	0,012—0,013‴	0,0055‴
Wange	0,009‴	0,0048‴
Nasenrücken	0,018—0,024‴	0,006—0,008‴
Stirn	0,013‴	0,009‴
Augenlid, oberes (am Rand)	0,040—0,050‴	0,0055—0,008‴
Behaarte Kopfhaut	0,032—0,048‴	0,008‴
an der Spitze der Papillen	0,016—0,024‴	
Haut des *Penis* (Mitte)	0,037‴	0,005—0,008‴
an der Spitze der Papillen	0,021‴	
Vorhaut (äuss. Platte)	0,048‴	0,006‴
Eichel	0,032—0,048‴	0,005—0,008‴
an der Spitze der Papillen	0,005—0,008‴	
Scrotum	0,027—0,032‴	0,005—0,008‴
Labia minora	0,030‴	0,0075‴
Brustwarze (Mann)	0,040—0,057‴	0,01—0,014‴
Brusthaut (Mann)	0,040—0,050‴	0,01—0,012‴
Brustwarze (Weib)	0,040‴	0,006‴
über den Papillen	0,016‴	
Brust (Weib)	0,012—0,016‴	0,02—0,024‴
Aeusserer Gehörgang	0,01‴	0,01‴
Hals	0,016—0,020‴	0,010—0,016‴
Rücken	0,020—0,030‴	0,010—0,016‴
Oberschenkel, aussen	0,025‴	0,02—0,03‴
,, innen	0,02‴	0,01—0,02‴
Knie	0,04—0,06‴	0,010—0,012‴
Handrücken	0,024‴	0,056—0,072‴
Handfläche	0,090—0,15‴	0,3‴
Daumen (Volarseite)	0,032—0,048‴	0,12‴
Rücken des Zeigefingers	0,007—0,011‴	0,015—0,023‴
Ferse	0,09—0,16‴	0,5—1,3‴
Ballen der grossen Zehe	0,020—0,032‴	0,10—0,13‴
Rücken der grossen Zehe	0,008—0,012‴	0,016—0,024‴

§. 19.

Physikalische und chemische Verhältnisse. Die Oberhaut ist wenig elastisch, im lebenden Zustande biegsam und nicht leicht brechend, weicher in den tiefern als in den obern Schichten. Ihre Zellen enthalten weder in ihren Membranen, noch zwischen sich nachweisbare Poren (abgesehen von den Schweisskanälen und Haarbälgen, die mit ihren äussersten Theilen gewissermassen in der Oberhaut ausgegraben sind), und bilden eine sehr feste, schwer durchdringliche Masse. Nach *Béclard* und *Krause* lässt sich kein Quecksilber durch die Hornschicht

hindurchtreiben, eher reisst dieselbe bei übermässigem Druck auf einmal. Eben so wenig dringen nach *Krause's* Versuchen (l. c. pg. 153 u. fg.) Lösungen von Kochsalz, Salpeter, Zucker, Gummi, Eiweiss, Kaliumeisencyanür und Eisenchlorid, chromsaurem Kali und essigsaurem Blei bei Diffusionsversuchen mit Wasser durch sie hindurch, scheinen aber doch, wie es wenigstens von Kaliumeisencyanür und schwefelsaurem Kupferoxyd beobachtet wurde, das *Rete Malpighi* und die äussersten Lagen der Hornschicht zu durchsetzen. In Wasser quillt die Oberhaut auf, wird weiss und weich, doch tränken sich die tiefen Hornschichtlagen erst nach lange fortgesetzter, vorzüglich mit Kneten verbundener Maceration und bei Anwendung der Siedhitze. Dagegen durchdringen verdünnte Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kali und Natron in kurzer Zeit die Epidermis, ebenso salpetersaures Silber, nicht aber salpetersaures Kali, was sich wohl einfach aus einer chemischen Einwirkung auf die Epidermiszellen erklärt, indem bekanntermassen die genannten Säuren und Alkalien concentrirt die Oberhaut auflösen. Dunstförmigen oder leicht sich verflüchtigenden Flüssigkeiten, wie Wasserdämpfen, Alkohol, Aether, Essigsäure, Ammoniak, eben so Lösungen von Eisenchlorid in Aether und essigsaurem Blei in Alkohol gestattet die Oberhaut leicht den Durchgang; auch Chlorwasser dringt ein, indem nach *Beddoes* (*Hildebr.-Weber I. pg.* 91) der Fuss eines Negers in demselben in Kurzem fast weiss wurde, um freilich nach wenigen Tagen sich wieder zu färben. Aus allen diesen Thatsachen ist mit *Krause* der Schluss zu ziehen, dass die Hornschicht der Oberhaut tropfbare Flüssigkeiten, die nicht chemisch auf ihr Gefüge einwirken, weder durch Poren, noch durch Imbibition, noch durch Endosmose und Exosmose durchdringen lässt, wohl aber dunstförmige oder sich leicht verflüchtigende Substanzen aufnimmt oder abgibt (Hautdunst), welcher Schluss durch den nicht zu läugnenden Uebergang von Wasser, tropfbar flüssigen Substanzen, Salben und selbst festen Körpern (Schwefel, Zinnober) durch die unverletzte Oberhaut nicht entkräftet wird, da in diesen Fällen ein mechanisches Eintreiben der Substanzen in und durch die Schweisskanäle und Haarbälge oder ein Eindringen derselben in Schweisskanäle und Mengung mit dem Schweisse die Resorption erklärt. Die Schleimschicht ist auf jeden Fall für tropfbar flüssige Substanzen leicht durchdringlich, was auch die pathologische Anatomie zur Genüge lehrt (Exsudate, die die Schleimschicht durchsetzen und die Hornschicht blasenförmig abheben, leichte Resorption nach Ablösung der Hornschicht und obersten Schleimschichtlage durch Vesicantien).

In chemischer Beziehung weiss man zwar wohl, wie die Zellen und

Plättchen der Oberhaut gegen einzelne Reagentien sich verhalten, dagegen existirt noch keine ganz entsprechende Totalanalyse der Oberhaut mit Berücksichtigung ihrer zwei so verschieden beschaffenen Lagen, und sind auch die organischen in ihr vorkommenden Verbindungen nicht hinlänglich bekannt. Eine Analyse von *John* (*chemische Schriften Bd.* 6. *pg.* 95) findet sich überall citirt. Nach derselben enthält die Oberhaut der Fusssohle in 100 Th.:

Hornstoff	93,5
Gallertige Materie	5,0
Fett	0,5
Salze, Säuren und Oxyde (namentlich Milchsäure, milchsaures, phosphorsaures und schwefelsaures Kali, schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk, ein Ammoniaksalz und Spuren von Mangan und Eisenoxyd)	1,0.

Aus dieser Analyse, die wahrscheinlich nur die Hornschicht, die an der Sohle in dicken Schichten sich erhalten lässt, berücksichtigt, erfahren wir über die Schleimschicht nichts, und eben so wenig über den Gehalt der Hornschicht selbst an Wasser. Der sogenannte Hornstoff, nach *Mulder* eine Proteinverbindung mit *S*, entsprechend der Formel $5(C^{40}\ H^{66}\ N^{12}\ O^{15})S$, ist in Wasser unlöslich, in concentrirten Alkalien und concentrirter Schwefelsäure leicht löslich, daher auch die Haut, mit diesen Flüssigkeiten benetzt, sich schlüpfrig, fettig anfühlt, doch bleibt ein kleiner, in Alkalien unlöslicher Rückstand; auch concentrirte Essigsäure löst denselben, nachdem er vorerst gallertig geworden, auf, wodurch er von der Proteinverbindung der Haare sich unterscheidet. Sein Schwefelgehalt ist geringer als bei den Haaren und Nägeln, woher es auch rühren mag, dass Salze von Blei, Quecksilber und Wismuth nur die Haare, nicht aber die Oberhaut färben. Die gallertige Materie ist nach *Mulder* eine leimgebende Substanz und lässt sich durch Auskochen mit Wasser erhalten. Die Salze rühren wohl grossentheils von dem die Oberhaut tränkenden Hautdunst und Schweisse her. Die Oberhaut fault nicht; sie schmilzt im Feuer ohne sich zu biegen oder aufzublähen und verbrennt mit klarer Flamme.

Für den Mikroskopiker ist besonders das Verhalten der Oberhaut gegen Reagentien wichtig, daher ich im Folgenden noch Einiges hierüber mittheile.

In Wasser löst sich die Oberhaut nach längerem Verweilen in demselben oberflächlich in einzelnen Partieen ab und zerfällt bei geringem Druck in ein weisses, aus den isolirten Hornplättchen und den obersten

Zellen des *Rete Malpighi* bestehendes Pulver. Die Plättchen (Fig. 16. 3), mikroskopisch untersucht, sind etwas gelblich, nicht so blass wie in frischer Oberhaut, fast alle mit sehr feinen gleichmässigen Körnchen mehr oder weniger erfüllt, und mit etwas deutlichern Kernen versehen, wo dieselben vorhanden sind. Grösse und Gestalt der Zellen sind unverändert, nur des Aufquellens wegen die letztere etwas unregelmässiger und die Dicke etwas grösser. In Wasser gekocht zerfallen Stücke der Hornschicht viel schneller in ihre Elemente. Die Zellen der tieferen Schichten des *Stratum Malpighi* werden durch Wasser wenig verändert, nur etwas körniger, nach längerer Einwirkung lösen auch sie sich leicht von einander.

Kalte concentrirte Essigsäure verändert frische Hornplättchen, ausser dass sie dieselben etwas blasser macht, selbst nach sechsmonatlicher Einwirkung (*Donders pg.* 59) nicht und bewirkt kein Zerfallen grösserer Epidermisstücke. Mit Wasser behandelte Hornplättchen werden durch concentrirte Essigsäure wieder blasser und quellen noch mehr auf, doch verlieren sie selbst nach fünf Minuten langem Kochen ihre eckigen Contouren nicht ganz und werden nicht zu runden Bläschen. Eine Viertelstunde bis 25 Minuten gekocht zeigen sich alle Hornplättchen vollständig isolirt, einen wolkigen weisslichen Satz im Reagenzgläschen bildend; dieselben (Fig. 18) sind ungemein blass, so dass man sie bei vollem Lichte oft kaum sieht, ferner ganz aufgequollen und in kugelrunde oder längliche, prallgefüllte, jedoch immer noch platte Bläschen von 0,02—0,032''' Breite und 0,006—0,01''' Dicke verwandelt, deren Kerne, wo sie vorkommen, ebenfalls blass und schwer wahrzunehmen sind. *Mulder's* Angabe (l. c. p. 531), dass Epidermis, in concentrirter Essigsäure gekocht, sich auflöse, ist hiernach theilweise zu berichtigen. Die *Malpighi*'sche Schicht wird durch kalte concentrirte Essigsäure blass, die Zellen und Kerne treten deutlicher hervor, der Zelleninhalt löst sich theilweise auf; nach längerer Einwirkung sind die Contouren der untersten Zellenlagen nicht mehr zu sehen. Dasselbe geschieht nach 4 Minuten langem Kochen.

Fig. 18.

Kali *causticum* wirkt auf verschiedene Weise ein, je nachdem es concentrirt oder diluirt angewandt wird, wie *Donders* richtig bemerkt. Verdünntes Kali zeigt schon gleich nach dem Zusatze die Horn-

Fig. 18. Mit Essigsäure gekochte und zu Bläschen aufgequollene Hornplättchen des Menschen, 350 mal vergrössert.

plättchen heller und aufgequollen und verwandelt in Zeit einer Viertel- bis halben Stunde in Wasser erweichte oder getrocknete Epidermis in ein prachtvolles Gewebe ovaler oder kugelrunder, kern- und körnerloser wasserheller Blasen mit scharfen, mässig dicken Contouren von 0,02—0,032‴ Breite und 0,016—0,02‴ Dicke. *Kali concentratum* dagegen macht im Anfange seiner Einwirkung die Plättchen kleiner, so dass sie nur noch 0,012—0,016‴ messen, zugleich runzeliger, blass, aber mit scharfen dunklen Contouren; lässt man dasselbe länger einwirken, so quillt schon in Zeit einer Stunde die Hornschicht so auf, dass ihre Elemente deutlich als Zellen sich zeigen, doch nehmen dieselben erst nach zwei bis drei Stunden das Ansehen der mit *Kali dilutum* behandelten Plättchen an. Nach sechs Monaten ist nach Donders alles aufgelöst. Mit *Kali caust. dilutum* gekocht, quillt selbst trockne Hornschicht im Nu zu dem schönsten Gewebe körner- und kernloser Zellen auf; dasselbe geschieht in concentrirtem Kali (Fig. 19), doch etwas langsamer und zugleich sammelt sich der sich lösende, mit Kali vermengte Zelleninhalt in grösseren und kleineren körnigen Massen in den Zellen an; nach 5^0 langer Einwirkung der Hitze sind alle Zellen spurlos aufgelöst und in der Flüssigkeit schwimmen gelbliche und blasse Fetttröpfchen in nicht grosser Zahl. — Essigsäure, verdünnt zu mit *Kali dilutum* behandelten Hornplättchen gesetzt, macht dieselben für das blosse Auge weisslich und erzeugt in ihnen einen feinkörnigen dichten Niederschlag, der von aussen nach innen sich bildet und öfters unveränderte Tropfen der Kalilösung umschliesst. — Die Zellen der *Malpighi*'schen Schicht werden durch Kali noch mehr angegriffen als die der Hornschicht. Diluirtes Kali macht dieselben im ersten Momente aufquellen und alle, auch die untersten, deutlich als zarte Bläschen erscheinen, bald löst es dieselben bis auf die obersten zwei oder drei Lagen auf, die gerade wie die der Hornschicht erst nach längerer Zeit, doch noch vor denselben zerfallen. Beim Kochen mit demselben erfolgt dasselbe nur schneller, schon in Zeit einer Minute; bei Zusatz von *Kali concentr.* in der Kälte langsamer, erst in ½—1 Stunde. Die Kerne aller Zellen widerstehen der Einwirkung dieses Reagens noch weniger als die Zellen, dagegen

Fig. 19.

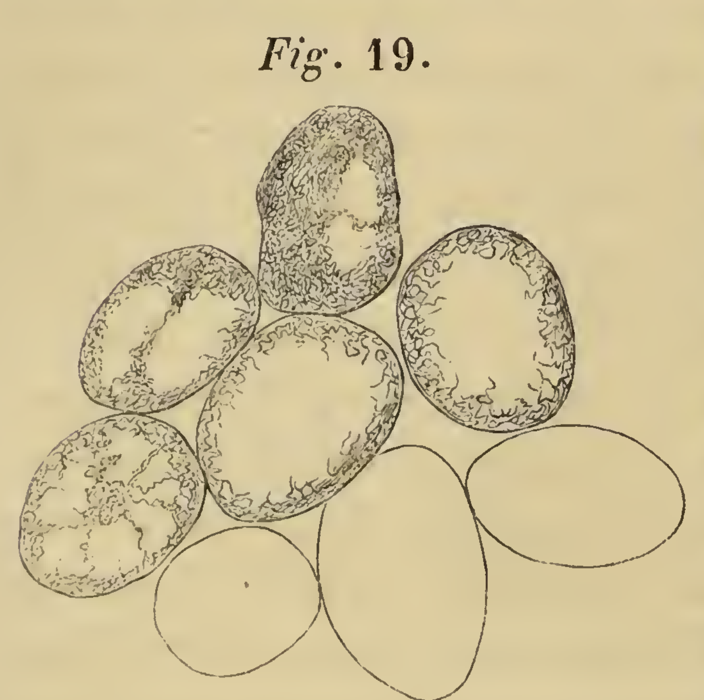


Fig. 19. Mit *Kali conc.* gekochte und aufgequollene Hornplättchen mit theilweise und ganz aufgelöstem Inhalt, 350 mal vergrössert.

bleibt nach Auflösung der letztern eine granulirte oder streifige blasse Masse, wahrscheinlich zum Theil Fett zurück.

Concentrirte Schwefelsäure macht die Hornschicht in fünf Minuten so aufquellen, dass ihre Elemente, obschon immer noch abgeplattet und unregelmässig, doch ganz deutlich als Bläschen erscheinen; nach einer halben Stunde sind dieselben noch etwas mehr ausgedehnt und leicht von einander zu isoliren. Durch Kochen mit der genannten Säure quellen schon in einer Minute die Plättchen ganz auf, ohne Kerne zu zeigen, und lösen sich in zwei Minuten spurlos auf. — Verdünnte Schwefelsäure macht beim Kochen die Hornschicht hart, durchscheinend und löst sie in 4 — 5^0 gänzlich auf. Die Zellen des *Stratum Malpighi* werden durch kalte Schwefelsäure wenig verändert, beim Kochen werden ihre Contouren und Kerne anfangs deutlicher, dann aber löst sich in höchstens zwei Minuten das Ganze auf.

Salpetersäure färbt die Oberhaut gelb, macht sie weich und verwandelt sie in Xanthoproteinsäure. Die Zellen der Hornschicht quellen in der Kälte nach einiger Zeit etwas auf und werden granulirt, das *Stratum Malpighi* wird körnig und undeutlich und grenzt sich scharf von der Hornschicht ab. Beim Kochen löst sich in ½ Minute die ganze Oberhaut auf.

Salzsäure färbt die Haut nicht und macht in der Kälte die Hornschichtzellen etwas deutlicher als Salpetersäure. Nach minutenlangem Kochen wird die Hornschicht zum schönsten Zellengewebe, gerade wie nach Zusatz von verdünntem Kali. Kleesäure und Milchsäure machen beim Kochen die Oberhaut weicher, ohne sie zu verändern und bewirken ausserdem, namentlich erstere, dass sie *in toto* sehr leicht von den Papillen der *Cutis* sich löst.

In kohlensaurem Kali wird die Oberhaut fast gar nicht verändert. Nach 17 Wochen war sie härter und mit dem Messer leicht schneidbar.

Ammoniak verändert selbst in fünf Tagen in der Kälte und beim Kochen die Hornschicht der Oberhaut äusserst wenig, ausser dass es dieselbe etwas aufquellen macht. Dagegen wird die Schleimschicht im Momente blass und durchsichtig, jedoch in ihren Elementen nicht gelöst.

Kaustisches Natron wirkt gerade wie Kali, wandelt die Hornschicht zum schönsten Zellengewebe um und macht die Schleimschicht durchsichtig, nur greift es die Zellenkerne der letztern weniger an.

Salpetersaures Silberoxyd färbt die Oberhaut violett oder braunschwarz, durch Bildung von Silberoxyd, von Chlorsilber und schwarzem Schwefelsilber mit dem Kochsalz und Schwefel, das sie enthält.

Mikroskopisch mit Hülfe von Essigsäure untersucht, sieht man das Gewebe der Oberhaut ganz unverändert und zwischen ihren Elementen kleine dunkle Körnchen. Salpetersaures Quecksilber macht die Epidermis rothbraun, Schwefelalkalien braun und schwarz, viele Pflanzenfarben verbinden sich mit ihr. In Alkohol und Aether ist sie bis auf das wenige Fett, das sie enthält, unlöslich.

Aus Allem diesem ergibt sich mit Bezug auf die Elementartheile der Oberhaut das Resultat, dass dieselben durchweg Zellen sind, die jedoch, wie namentlich die Alkalien zeigen, nicht überall sich gleich verhalten. In der Schleimschicht sind dieselben wirkliche Bläschen und leicht löslich, in der Hornschicht schwer, und zwar hat man hier zu unterscheiden zwischen der schwieriger löslichen Zellmembran und dem leichter aufquellenden und schwindenden Zelleninhalt, welche zwar im natürlichen Zustande ein scheinbar gleichartiges einfaches Plättchen bilden, aber durch Reagentien sich sehr leicht in ihrer Verschiedenheit darstellen. In welchen Theilen die gefundene geringe Menge leimartiger Substanz ihren Sitz hat, ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen, vielleicht macht dieselbe einen Theil des Inhaltes, namentlich der Schleimschichtzellen aus, oder gehört einer freilich mikroskopisch nicht nachzuweisenden Zwischensubstanz zwischen den Zellen an. Ist das Fett der Epidermis nicht blos anhängendes, von den Hautsecreten herrührend, so müsste es wohl in die *Malpighi*'schen Zellen verlegt werden.

Schon *Bruns* (pg. 358), *Todd* und *Bowman* (Bd. I. pg. 414), *Valentin* (pg. 660) und *Bruch* (*Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. III. St.* 15) empfehlen die Alkalien zur Untersuchung der Epidermisgebilde, doch sind dieselben erst von *Donders* und *Moleschott* (*Mulder's phys. Chemie, pg.* 527 u. flgd.) und namentlich von ersterm (in den *Holländischen Beiträgen I. u. II.*) in ihrer ganzen Wichtigkeit gewürdigt worden. Jetzt sind dieselben als zur Untersuchung der Horngebilde namentlich ganz unentbehrliche Reagentien allgemein anerkannt, doch möchte mit *Paulsen* (*Obs. microchem. etc. Dorpat* 1848) und *Reichert* (*Müll. Arch.* 1847 *Jahresber.*) zu empfehlen sein, sich immer nur ganz bestimmter Lösungen zu bedienen. Auch kann ich es als sehr zeitersparend anrathen, die zu untersuchenden Gebilde mit den erwähnten und andern Reagentien in Reagenzgläschen in der Wärme zu behandeln, wie ich es schon bei Untersuchung der Holzfaser bei den Thieren (*Annal. d. sc. natur.* 1846) gethan.

§. 20.

Wachsthum und Regeneration. An fast allen Gegenden der Oberfläche unseres Körpers findet fortwährend eine mehr oder weniger starke Ablösung der äussersten Plättchen der Hornschicht statt. Diese

Abschuppung der Oberhaut wird allgemein als durch eine beständige Neubildung ihrer innersten Schichten und die Unmöglichkeit der äussersten, über eine gewisse Entfernung von der sie ernährenden Lederhaut hinaus noch zu bestehen, bedingt angesehen, jedoch frägt sich sehr, ob diess die richtige Auffassung der Sache sei, ob nicht vielmehr angenommen werden müsse, das fortwährende Wachsthum der Oberhaut rühre einzig daher, dass ihre äussersten Theile beständig durch äussere mechanische Einwirkungen entfernt werden. Für diese letztere Ansicht spricht einmal der Umstand, dass überall da, wo die mechanischen Eingriffe am bedeutendsten sind, auch die reichlichste Ablösung der Oberhaut sich findet, so an Händen und Füssen, im Gesicht und an den behaarten Theilen des Kopfes, während anderwärts, wo dies weniger der Fall ist, die Oberhaut sehr langsam sich abschilfert und nachwächst oder selbst durchaus keine Veränderungen erleidet, wie da, wo sie als sogenannte Wurzelscheide die Haarbälge auskleidet, im äusseren Gehörgang, am Trommelfell. Zweitens lässt sich auch die Analogie mit den andern Horngebilden, den Nägeln und Haaren anführen, die nur dann fortwährend wachsen, wenn ihre äussersten Theile beständig geschnitten werden, sonst aber ein beschränktes Wachsthum besitzen, mit andern Worten nur eine bestimmte Länge erreichen. Auch das Verhalten der Epitelien ist der aufgestellten Vermuthung durchaus nicht abhold, indem auch bei diesen nur da, wo bedeutende mechanische Eingriffe stattfinden, eine fortwährende Ablösung und Neubildung der Zellenschichten vorkommt, wie in der Mundhöhle, auf den Augen und zum Theil in der *Vagina* und der *Urethra*, an andern Orten dagegen, im Magen, Darm, der Gallenblase, Harnblase, den Lungenwegen, der Nasenhöhle, dieselbe nur theilweise und in unbedeutendem Grade stattfindet, oder wie in serösen Säcken, Gefässen, in der Paukenhöhle, Highmorshöhle u. s. w. fast gänzlich fehlt. Im Gegensatze zu diesen Thatsachen ist einzig der Umstand anzuführen, dass, wie *Henle* und *Bruns* citiren, wenn ein Glied lange Zeit eingewickelt war, eine Menge Epidermisplättchen sich unter der Umhüllung ansammeln, was zu beweisen scheint, dass eine fortdauernde Neubildung der Epidermis stattfindet, auch ohne dass die äussersten Theile derselben mechanisch entfernt werden. Ich will das Factum durchaus nicht bestreiten, obschon ich keine Gelegenheit hatte, es zu bestätigen, allein ich bezweifle, dass aus demselben auf ein beständiges normales Wachsthum der Oberhaut geschlossen werden kann, indem ein umwickeltes Glied, dessen Haut gedrückt, dessen Hautausscheidung behindert ist, offenbar kein günstiges Object abgibt, um die normalen Verhältnisse der Haut zu studiren. Wie nahe liegt es nicht anzunehmen, es finde hier ein Absterben

der äussersten Schichten statt, wie bei Pityriasis, oder aber in kleinerem Maasstabe freilich etwas dem ähnliches, was wir an Leichdornen ebenfalls in Folge vermehrten Druckes entstehen sehen, nämlich eine vermehrte Ausscheidung von *Plasma* aus den Gefässen des *Corium*, die statt einer Verdickung der Oberhaut einfach eine Neubildung von Zellen in den tiefern Schichten und ihr entsprechend eine Ablösung der obersten bewirke. Solche zweifelhafte, einer verschiedenen Auslegung fähige Erscheinungen haben offenbar gegenüber den angeführten, auf die Sache sich beziehenden directen Thatsachen und gewichtigen Analogien keinen grossen Werth, und ich halte demnach dafür, dass die Verhältnisse naturgemässer aufgefasst werden, wenn wir sagen, dass die Oberhaut ein beschränktes Wachsthum besitzt, jedoch sehr leicht sich regenerirt, wenn ihre äusseren Schichten in Folge mechanischer Einflüsse verloren gehen, und da dieses eben an den meisten Stellen beständig statt hat, in einem so zu sagen beständigen Wechsel ihrer Elemente begriffen ist, von denen die äussern abfallenden durch neu sich bildende ersetzt werden.

Nur an einem Orte findet sich von dem Gesagten eine Ausnahme, am *Praeputium penis et clitoridis*, allwo jedoch die Verhältnisse ganz eigenthümlicher Art sind. In der tiefen Hautfalte nämlich, die die *Glans penis et clitoridis* umgibt, hat eine beständige Abstossung und Neuerzeugung der hier weichen und kernhaltigen Epidermisschüppchen Statt, wodurch ein besonderes Secret, die Vorhautschmiere, *Smegma praeputii*, erzeugt wird. Dieses Secret wurde bisher fast allgemein als von den Vorhautdrüsen abgesonderter Hauttalg angesehen, allein mit Unrecht. Die mikroskopische Untersuchung ergibt 1) dass beim weiblichen Geschlechte, wo doch ganz constant *Smegma praeputii* da ist, Talgdrüsen (und andere Drüsen) am *Praeputium* und der *Glans clitoridis* gänzlich fehlen; 2) dass auch beim Manne, bei dem zwar solche Drüsen sich finden, dieselben nie im Verhältnisse zur Menge des *Smegma*, oft nur zu einzelnen wenigen vorkommen; 3) endlich, dass das *Smegma* bei beiden Geschlechtern vorzugsweise oder aus nichts als aus Epitelzellen von derselben Form, wie die des *Praeputium* und der *Glans penis et clitoridis* besteht, woraus, zusammengehalten damit, dass dasselbe beim Manne namentlich meist deutlich von übereinander liegenden Blättern gebildet wird und continuirliche, die ganze Vorhaut überziehende Lagen darstellt, während doch die Talgdrüsen nur vereinzelt vorkommen, ganz einfach folgt, dass das *Smegma* losgestossene Epidermis ist, womit jedoch natürlich nicht gesagt sein soll, dass beim Manne nicht auch der Vorhauttalg, nach Massgabe der Zahl und Grösse der Tyson'schen Drüsen an der Bildung dessen, was man gemeinhin *Smegma* nennt, sich betheilige.

Hier hätten wir also wirklich eine beständige Lostrennung der äussern und Neubildung der innern Epidermisschichten, allein hier waren auch besondere Zwecke zu realisiren, an welche anderwärts nicht zu denken. Die Vorhautfalte ist nämlich mit einer Drüse zu vergleichen; wie diese sehr oft nur dadurch ein Secret bilden, dass sie Zellen, die sie auskleiden, beständig abstossen (Talgdrüsen z. B.), so auch die Vorhaut, von der noch ausserdem zu erwähnen ist, dass sie bei manchen Geschöpfen, z. B. dem Wiesel, dem Biber (siehe *E. H. Weber*, *Beiträge zur Anatomie u. Physiologie des Bibers* in *Verhandlungen der Gesellschaft d. Wissenschaften zu Leipzig*, 1848 und *Froriep's N. Notizen*, *Nr.* 183, 1849 und *Leydig*, *zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere*, in *Zeitschr. f. wissensch. Zoologie von Siebold und Kölliker*, *Bd. II. pg.* 22, 32), ohne den Charakter, den sie beim Menschen besitzt, im Wesentlichen zu verändern, einen eminent drüsenartigen Charakter annimmt und auch beim Menschen ein Secret liefert, das von gewöhnlicher Epidermis bedeutend verschieden ist. Die gelbliche, fettige, scharfriechende Vorhautschmiere enthält nämlich nach *Stickel* thierisches Gummi, Fett, einen Riechstoff, Käsestoff, Faserstoff, Milchsäure, milchsaures Ammoniak, phosphorsauren Kalk, Kochsalz und schwefelsaures Natron. Nach einer neuern Analyse von *Lehmann* (bei *Weber* l. c.) enthält das *Smegma praeputii* des Menschen getrocknet in 100 Theilen: Aetherextract 52,8, Alcoholextract 7,4, Wasserextract 6,1, Erdsalze 9,7, eiweissartige, in verdünnter Essigsäure lösliche Substanz 5,6, unlöslichen Rückstand 18,5. Im aetherischen Extract waren verseifbare Fette, Cholestearin, ein nicht verseifbares, nicht krystallisirbares Fett und Gallenstoff enthalten. Im *Smegma* des Pferdes fand sich ungefähr dasselbe und unter den Salzen oxalsaurer Kalk, während beim Menschen phosphorsaure Ammoniaktalkerde vorkam. Im wässerigen Auszug war weder Eiweiss nach Casein enthalten.

Eben so wenig, als, die Vorhaut ausgenommen, eine fortdauernde, im Kleinen sich kundgebende Ablösung der Haut in ihren Lebensverhältnissen selbst begründet ist, findet sich auch beim Erwachsenen eine Häutung oder Abstossung der gesammten Oberhaut in ausgedehnterem Grade, wie sie beim Embryo und bei vielen Thieren vorkommt. Dagegen zeigt sich die Regenerationsfähigkeit derselben auch noch in anderer als in eben geschilderter Weise. Ausgeschnittene Oberhautstückchen nämlich ersetzen sich sehr leicht und ziemlich rasch, sobald die Lederhaut nicht verletzt ist, und zwar nicht durch unmittelbare Ablagerung von Oberhaut in die Wunde, sondern nur durch Nachwachsen der ganzen Oberhaut aus der Tiefe. Ist die Lederhaut mit verletzt, so bildet sich zwar auf der sie

ersetzenden Narbensubstanz wieder eine Oberhaut, allein ohne die frühern Furchen und Erhabenheiten an der innern und äussern Oberfläche, weil auch die neue *Cutis* keine Papillen und Leistchen besizt. Ist die Oberhaut durch scharfe Substanzen, *Tartarus stibiatus* z. B., kurze Einwirkung höherer Wärmegrade u. s. w. in Blasen abgehoben, so heilt die Wand der letzteren, welche aus der Hornschicht und einigen Zellenlagen der Schleimschicht besteht, nie mehr an, sondern es bildet sich nach und nach aus der Hauptmasse der Schleimschicht, die meist auf den Papillen liegen bleibt, eine neue Hornschicht.

Frägt man nach den genaueren Verhältnissen der Regeneration der Oberhaut, so kann vorerst darüber kein Zweifel sein, dass dieselbe ihren Sitz in der *Malpighi*'schen Schleimschicht hat, indem Substanzverluste der Hornschicht, z. B. ein ausgeschnittenes Stück, sich nicht durch Bildung eines neuen Stückes in der durch das verlorengegangene entstandenen Lücke, sondern bei ganz gleichbleibender Wunde durch von innen her nachwachsende Hornschicht ersetzten, welche allmälig den Boden der Wunde nach aussen treibt und endlich mit der übrigen Oberhaut, die zugleich im Umfange der Wunde durch den Druck, den sie von dem nachwachsenden Stück zu erleiden hat, nach aussen sich umlegt und abblättert, in ein gleiches Niveau bringt. Der Grund dieser Erscheinung ist einfach darin zu suchen, dass die gefässlose Oberhaut die Substanzen, die sie zu ihrer Ernährung und ihrer Regeneration bedarf, von den Gefässen der Lederhautoberfläche bezieht. Schwieriger ist auszumitteln, von welchen Theilen der *Malpighi*'schen Schicht die Regeneration ausgeht. Würde unmittelbar auf der äussern Fläche der Lederhaut eine Lage von Cytoblastem und von freien Kernen sich finden, wie mehrere Autoren annehmen (siehe oben §. 15), so könnte man unbedingt der Ansicht derer beipflichten, die die Oberhaut durch freie Zellenbildung in den innersten, an die *Cutis* stossenden Schichten wachsen lassen; allein ein solches Cytoblastem und freie Kerne existiren, wie wir sahen, nicht, vielmehr ist das *Stratum Malpighi* auch zu innerst ohne Ausnahme von ganz vollkommenen Zellen gebildet, wesshalb man sich nach einer andern Lösung der Frage umsehen muss. Nur zwei Möglichkeiten sind vorhanden; einmal, das *Stratum Malpighi* wächst durch freie Zellenbildung in seinen mittlern Lagen, oder es geschieht diess durch endogene Zellenbildung in seinen tiefsten oder mittlern Schichten.

Ad 1 ist zu bemerken, dass, eben so wenig als an der äussern Fläche der Lederhaut freie Kerne existiren, solche im Innern der *Malpighi*'schen Schicht jemals sich finden, was diese Annahme sehr unwahrscheinlich macht, da kaum statuirt werden darf, es seien dieselben, wenn vorhan-

den, dem Blicke der vielen Forscher, die sich schon mit der Haut beschäftigten, entgangen. Eher lässt sich die zweite Vermuthung aufnehmen, indem wenigstens einige Thatsachen auf dieselbe hindeuten. Ich rechne hieher die Beobachtungen von *Valentin* (*Wagn. Handw. I. pg.* 657), *Schwann*, (*pg.* 83) und mir (*Entwickl. der Cephalop. pg.* 139) über das Vorkommen von zwei Kernen in den Zellen der *Conjunctiva corneae* des Menschen und der Haut des Frosches, die von *Henle* (l. c. pg. 249 und *Jahresb. von Canst. f.* 1844. pg. 8) und *Valentin* (l. c.) über eingeschnürte Kerne in den Zellen der geschichteten Epitelien, die von *Schwann* (l. c.) und *Hannover* (*Rech. microsc.*) über die Existenz einer vollkommen ausgebildeten kernhaltigen Zelle in einer Epidermiszelle des Frosches, endlich die von *Bowman* (*Mucous membrane* in *Cyclop. of Anatomy III. pg.* 284) über eine Vermehrung der Epitelzellen der Mundhöhle des Frosches durch Theilung. Beweisend sind jedoch diese Facta durchaus nicht, und es ist daher besonders die Unmöglichkeit einer andern Erklärungsweise, welche mich zur Annahme bewegt, dass die Oberhaut durch endogene Zellenbildung und zwar um Inhaltsportionen sich regenerirt und wächst. Ueber den Sitz dieser nicht direct nachzuweisenden endogenen Zellenbildung mich auszulassen, halte ich für überflüssig; nur so viel will ich bemerken, dass dieselbe vielleicht am Besten in die rundlichen kleinsten Zellen der tiefern Lagen der Schleimschicht verlegt wird. Auf den ersten Blick scheint es freilich passender, vor allem die tiefste Zellenlage als bei der Zellenvermehrung betheiligt anzusehen, allein gegen eine solche Annahme erheben sich einige Bedenken. Einmal stehen diese Zellen fast ohne Ausnahme senkrecht und sind länglich; würden sie sich vermehren, so könnte es nur durch Quertheilung geschehen und dann müsste man doch wohl häufiger, als es der Fall ist, rundliche Zellen als tiefste Lage bemerken; ferner enthält an gewissen Orten, man mag untersuchen so oft man will, nur die tiefste Lage Pigment, während, wenn die tiefsten Zellen bei der Vermehrung betheiligt wären, abwechselnd ein und zwei Pigmentlagen zur Beobachtung kommen müssten. Vielleicht ergibt die Zukunft wirklich solche Verhältnisse und daher will ich für einmal mein Urtheil allgemein dahin abgeben, dass auf jeden Fall die tiefsten Zellenlagen des *Rete* bei der von mir vertheidigten endogenen Vermehrungsweise im Spiele sind.

Wenn auch die Art und Weise, wie bei der gewöhnlichen und normalen Regeneration der Haut in der *Malpighi*'schen Schicht Zellen entstehen, nicht genau angegeben werden kann, so lassen sich dagegen die Umwandlungen der jüngsten Epidermiszellen in Hornplättchen leicht aus der Vergleichung der verschiedenen nebeneinander auftretenden Zu-

stände erschliessen. Es zeigt sich hierbei, dass die Hornplättchen morphologischen und chemischen Veränderungen der tiefern Zellen ihren Ursprung verdanken. Erstere anbelangend, so finden wir, dass die kleinen und rundlichen Bläschen der tiefern Lagen des *Mucus Malpighi*, die nach dem vorhin Bemerkten der Sitz der Neubildung der Epidermiszellen sind, je weiter sie nach oben rücken, um so grösser und platter werden, bis sie endlich zu ganz flachgedrückten Plättchen sich gestalten. Zugleich verändern sich auch die Kerne und der Inhalt; erstere nehmen bis zum obern Rande der Schleimschicht etwas an Grösse zu und verschwinden dann in der Hornschicht in der Regel ganz, oder nehmen wenigstens merklich an Grösse und so sehr an Deutlichkeit ab, dass sie kaum noch wahrzunehmen sind; letzterer, in der Schleimschicht granulirt, von der Zellmembran deutlich geschieden und wahrscheinlich halbflüssig, wird in der Hornschicht homogen, fester und verschmilzt mit der Zellmembran. — In chemischer Beziehung ist besonders das Verhalten der Zellmembranen auffallend, die in dem *Mucus Malpighi* bis auf die der obersten ein oder zwei Zellenlagen in kaltem Kali und Natron leicht löslich, in der Hornschicht dagegen so zu sagen unlöslich sind; auch der Zelleninhalt ist dort in kalter Essigsäure wenigstens theilweise, in Alkalien sehr leicht löslich, hier in letzterer schwieriger und in ersterer fast gar nicht zu lösen.

Fassen wir alles das Bemerkte zusammen, so ergibt sich, dass der Oberhaut kein auf innern Ursachen beruhendes, in den Lebensverhältnissen ihrer Zellen oder dem der Lederhaut begründetes Wachsthum zukommt, vorausgesetzt, dass ihre äussern Schichten nicht durch zufällige äussere Einwirkungen entfernt werden, und dass dieselbe demnach eigentlich ein stabiles Gebilde ist, das in seinen Elementartheilen nicht wechselt, sondern, ähnlich etwa einem Knorpel, alle seine Lebensenergie dahin richtet, sich im Ganzen (Dicke der ganzen Oberhaut, Verhältniss des *Rete M.* zur Hornschicht) und in seinen einzelnen Theilchen immer gleich zu erhalten. Da nun aber eine Entfernung der äussern Schichten, wenn auch nicht mit Nothwendigkeit, doch zufällig über den ganzen Körper in bedeutenderer oder unbedeutenderer Weise fast immer vorkömmt, so ist die Oberhaut so zu sagen beständig in dem Ersatze des Verlorenen begriffen oder wachsend, und gibt sich auch ihr vegetatives Leben auf eine merklichere Weise kund. Mag nun das eine oder das andere stattfinden, so sind es die Lederhaut und ihre Gefässe, aus denen die Flüssigkeiten stammen, welche die Oberhaut bedarf. An jedem Orte durchzieht, so dürfen wir annehmen, entsprechend dem anatomischen und physiologischen Verhalten der Gefässe der *Cutis* und ihrer Dicke, eine gewisse bestimmte Menge von *Plasma* die Oberhaut, welches, wenn sie nicht wächst, ab-

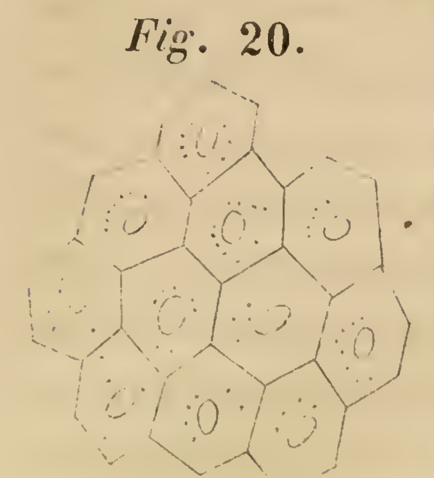
geschn von dem mehr Wässerigen, das zur Bildung des Hautdunstes dient, einfach ihre Zellen und Plättchen erfüllt und lebenskräftig erhält und höchstens zeitenweise stärkere Pigmentansammlungen im *Rete Malpighi* bedingt. Werden dagegen ihre äussern Lagen entfernt, so wird gewissermassen *Plasma* frei und verwendbar und dann tritt die geschilderte Regeneration ein, welche, wenn sie beständig fortgeht, auch Wachsthum heissen kann. Bei diesem zeigt sich das vegetative Leben der Epidermiszellen am deutlichsten, namentlich im *Rete Malpighi*, wo es auf jeden Fall am intensivsten ist, besonders durch Wachsthum aller Theile und durch chemische Umwandlungen sich äussernd. In der Hornschicht sind die Erscheinungen weniger hervortretend, doch ist auch sie selbst in den obersten Schichten keineswegs als unthätig anzusehen, keine abgestorbene Materie, wie am Besten daraus hervorgeht, dass sie unter gewissen Verhältnissen, nämlich bei abnormen Zuständen der Lederhaut oder der Quelle, aus der sie sich ernährt, bald hypertrophirt, bald ganz abstirbt. Eine genauere Einsicht in das Leben der Epidermiszellen ist uns jedoch noch nicht vergönnt, und daher sind wir auch nicht im Stande zu entscheiden, welche der von ihnen dargebotenen Erscheinungen auf Rechnung ihrer eigenen Thätigkeit oder derjenigen der Beschaffenheit des sie ernährenden *Plasma's* kommen. Das letztere ist auf jeden Fall von der grössten Bedeutung für die Epidermis und es ist mehr als wahrscheinlich, dass die meissten ihrer eigenthümlichen Verhältnisse, wie ihre typisch verschiedene Dicke an verschiedenen Körpergegenden, das verschiedene Verhalten des *Stratum Malpighi* zur Hornschicht, ihre pathologischen Zustände auf quantitativen oder qualitativen Abweichungen desselben beruhen. Wovon es ferner abhängt, dass in der *Malpighi*'schen Schicht die Veränderungen der Zellen viel bedeutender sind als in der Hornschicht, deren Elemente sich alle so ziemlich gleichen, ist ebenfalls noch nicht klar, eben so wenig als die Ursache der ziemlich scharfen Grenze zwischen beiden Schichten, ein Verhältniss, das beim Nagel in noch frappanterer Weise sich zeigt und zur Annahme zwingt, es gehe bei der ersten Bildung und bei dem Wachsthume der Epidermis und des Nagels an Einem Puncte auf einmal eine sehr bedeutende Veränderung mit ihren Zellen vor, was eben ihr Zerfallen in zwei Lagen bedinge.

§. 21.

Entwicklung der Oberhaut. Die erste Bildung der Oberhaut des Menschen ist noch nicht erforscht; alles was man seit *Meckel* u. A. weiss, ist, dass sie schon im zweiten Monate vorhanden ist. Ich finde bei einem Embryo von fünf Wochen als Vertreter der Oberhaut nichts

als eine einfache Lage sehr zierlicher, zart contourirter, polygonaler Zellen von 0,012—0,02''' Durchmesser mit runden Kernen von 0,004—0,006''' und Kernkörperchen. Unter derselben zeigen sich, in einfacher zusammenhängender Schicht, kleinere Zellen von 0,003—0,004''' mit runden Kernen von 0,0015—0,002''' als erste Andeutung der Schleimschicht. Beide Lagen sind von der ebenfalls in der ersten Bildung begriffenen Lederhaut kaum zu trennen, was mehrere Beobachter bewogen zu haben scheint, die Epidermis des *Fötus* dicker anzunehmen als sie wirklich ist. Bei etwas älteren Embryonen (von 6—7 Wochen) sind zum Theil die Verhältnisse ganz die geschilderten, zum Theil ist die äussere Zellenschicht wie im Absterben begriffen, mehr einer homogenen Membran gleich mit verwischten Zellencontouren und undeutlichen Kernen, während allem Anscheine nach unter ihr eine neue ähnliche Schicht, nur mit kleineren Zellen, sich heranbildet. — Bei ein Embryonen von 15 Wochen ist die Oberhaut 0,01—0,012''' dick und aus zwei oder drei Lagen von Zellen gebildet. Die äussersten Zellen sind wie die vorhin erwähnten beschaffen, meist sechseckig von 0,009—0,012''' Durchmesser mit runden Kernen von 0,003—0,004''' und werden bei manchen Embryonen noch von dem eben besprochenen fast structurlosen Häutchen überzogen. Nach innen folgen höchstens zwei Lagen dicht gedrängt stehender kleiner rundlicher Zellen von 0,003—0,004''', mit Kernen von 0,002 - 0,003''', entsprechend der Schleimschicht, welche auch hier mit der *Cutis* fest vereinigt sind und ungefähr die Hälfte der Dicke der Oberhaut betragen.

Fig. 20.



Im fünften Monate finde ich die Oberhaut in einem Falle an der Ferse und dem Ballen der Hand 0,02—0,024''' über den Leistchen der *Cutis*, 0,036—0,04''' in den Furchen zwischen denselben, am Rücken 0,02—0,024''', von welchen Grössen ⅓ auf die Hornschicht und ⅔ auf das *Rete Malpighi* kommen. Bei einem etwas älteren Embryo hält sie an der Ferse 0,06—0,064''' (Schleimschicht 0,05, Hornschicht 0,01—0,014'''), an der Handfläche 0,05''' (Schleimschicht 0,04, Hornschicht 0,01'''), dem Rücken 0,02—0,024''' (Schleimschicht und Hornschicht gleich stark). Die Schleimschicht bestand aus mehreren Lagen kleinerer Zellen, von denen die untersten schon länglich waren und senkrecht standen, die Hornschicht aus mindestens zwei Lagen polygonaler platter Zellen mit runden Kernen.

Im sechsten Monate ist die Oberhaut an der Brust 0,02—0,022''', in

Fig. 20. Zellen der obersten Epidermislage eines zweimonatlichen menschlichen Embryo, 350 mal vergrössert.

der Handfläche 0,06''', an der Fusssohle 0,07''' dick und besteht überall aus vielen Zellenlagen. Die 1 oder 2 äussersten derselben führen kernlose Hornplättchen von 0,01—0,014''', denen der äusseren Hornschichtlagen der Erwachsenen ganz gleich, dann folgen 3—4 Lagen polygonaler Zellen, die grössten von 0,01—0,012''', mit Kernen von 0,004''', endlich eine Schleimschicht, deren Dicke die Hälfte oder zwei Fünftheile derjenigen der ganzen Haut beträgt, mit wenigstens 3 oder 4 Lagen rundlicher Zellen von 0,003—0,004''', von denen die untersten etwas länglich sind und senkrecht auf der *Cutis* stehen.

Im siebenten Monate finde ich bei einem ersten Embryo die Oberhaut an der Ferse 0,12''' (Schleimschicht 0,072, Hornschicht 0,048'''), am Rücken 0,07''' (Schleimschicht 0,04, Hornschicht 0,03''') dick, bei einem zweiten misst dieselbe an der Ferse 0,12—0,14''' (Schleimschicht 0,05—0,06''', Hornschicht 0,07—0,08'''), am Knie 0,046—0,064''' (Schleimschicht 0,016—0,024''', Hornschicht 0,03—0,04'''). Beide Epidermislagen sind scharf von einander geschieden, gerade wie beim Erwachsenen, und ihre Elemente denen der ausgebildeten Oberhaut gleich, namentlich auch die untersten Theile des *Stratum Malpighi* und die Plättchen der Hornschicht, die kernlos sind und in den obern Schichten 0,01—0,014''' messen.

Beim Neugebornen ist, abgesehen von der Dicke der Oberhaut, die in einem Falle an der Ferse 0,1—0,11''' (Schleimschicht 0,04—0,05''', Hornschicht 0,06''') betrug, noch weniger etwas Eigenthümliches aufzufinden, ausgenommen, dass die Haut, durch Maceration u. s. w., viel leichter als beim Erwachsenen von der Lederhaut sich löst. Die kernlosen Hornplättchen messen 0,012—0,016''', an den *Labia minora*, wo sie Kerne führen, 0,016—0,02'''.

Während des embryonalen Lebens kommt eine vielleicht mehrmals wiederholte Abschuppung der Oberhaut vor. Eine solche betrifft wahrscheinlich die zu allererst auftretende Lage polygonaler Zellen, die im zweiten bis vierten Monate in ein fast structurloses Häutchen sich umbilden und dann nicht mehr aufzufinden sind, vielleicht auch die Epidermislage, welche die noch nicht durchgebrochenen Haarspitzen deckt (siehe unten bei den Haaren), und ist in der zweiten Hälfte der Fötalperiode als ein energisch vor sich gehender Process mit Leichtigkeit nachzuweisen. Vom fünften Monate an nämlich findet sich eine immer mehr zunehmende Ablösung der äussersten Epidermiszellen, welche, indem sie an den meisten Orten mit dem um diese Zeit ebenfalls zuerst sich ausscheidenden Hauttalge sich vermengen, die sogenannte Fruchtschmiere, *Smegma embryonum*, oder den Käsefirniss, *Vernix caseosa*, darstellen. Diese ist eine weissliche oder gelbliche, geruchlose, schmierige

Masse, welche namentlich vom sechsten Monate an die ganze Oberfläche des Fötus mit einer oft beträchtlich dicken, selbst geschichteten Lage überzieht und namentlich an den Genitalien, den Beugeseiten der Gelenke (Achsel, Knie, Weichen), der Sohle, dem Handteller, dem Rücken, Ohr, dem Kopfe in grössern Mengen sich vorfindet. Die Ansichten über den Ursprung dieser Fruchtschmiere waren früher sehr getheilt, indem die Einen sie für einen Niederschlag aus dem Amnioswasser (*Haller*, *Levret*, *Carus*, *Osiander*, *Busch* etc.), die Andern für ein Product des Fötus erklärten, und zwar bald für eine Ausscheidung im Allgemeinen (*Fabricius*, *Bichat*), bald für Schweiss, Perspirationsmaterie, Hauttalg (*Lobstein*, *J. Fr. Meckel*, *Hildebrandt*, *E. H. Weber*, *Fromherz* und *Gugert*, *Valentin* etc.), abgelöste Oberhaut (*Ritgen*, *Henle*). In der neuesten Zeit hat aber die Annahme von *Bischoff* (*Entwickl. pg.* 517), dass die *Vernix caseosa* ein Gemeng von Hauttalg und abgelöster Oberhaut sei, immer mehr Geltung gewonnen, indem dieselbe von den Ergebnissen der mikroskopischen wie der chemischen Untersuchungen gestützt wird. Erstere lehren, dass, wie *Simon* (*med. Chemie. II. pg.* 486) zuerst gezeigt, das *Smegma* ganz und gar aus Epidermiszellen, aus Talgzellen und aus Fettkügelchen besteht, was beiläufig gesagt auch die Annahme von einer Bildung desselben aus dem Fruchtwasser widerlegt. Die Epidermiszellen, welche den Hornschichtplättchen der Oberhaut des jedesmaligen Fötus in Grösse und sonstiger Beschaffenheit vollkommen gleichen, sind bei weitem der vorwiegende Bestandtheil desselben, während die aus den Talgdrüsen stammenden Talgzellen (siehe über diese unten) und Fettkügelchen mehr zurücktreten und an den Orten, wo keine Talgdrüsen vorkommen, wie an der Handfläche und Fusssohle, so wie den Nymphen (die bei Neugebornen noch keine Talgdrüsen haben), der *Clitoris* und ihrem *Praeputium* nur sehr spärlich vorkommen oder wie die Talgzellen selbst ganz fehlen. Das aus diesen Thatsachen hervorspringende Ergebniss, dass die Oberhaut den bei weitem grössern Antheil an der Bildung des *Smegma* hat, wird auch durch die neueren chemischen Analysen bestätigt. Nach *Davy* (*Lond. Med. Gaz. March.* 1844) enthält die Fruchtschmiere in 100 Th. 5,75 Olein, 3,13 Margarin, also 8,88 Fett, das übrige, 91,12 %, kommt auf die Epidermisschüppchen, denn da die *Vernix caseosa* kein freies Fluidum enthält, so müssen die von *Davy* gefundenen 77,87 % Wasser zu den 13,25 % fester Substanz der Epidermiszellen hinzugezählt werden. Dieses letztere gilt auch von der Analyse von *Buek* (*De vernice caseosa, Halis* 1844), der in 100 Theilen 10,15 % Fett, 5,40 Epitel und 84,45 Wasser, demnach 89,89 Epitel auffand und

ausserdem noch in zwei Fällen, in denen das Wasser nicht besonders bestimmt wurde, 14,80% und 9,31% Fett und mithin 86,20 und 89,69 feuchtes Epitel nachwiess. Das Fett der Fruchtschmiere enthält nach *Buek* kein Cholestearin, wie es von *Fromherz* und *Gugert* angegeben worden war, sondern Oleinsäure und entweder Stearin- oder Margarinsäure, welche wahrscheinlich nicht frei, sondern mit Glycerin verbunden sind, was ebenfalls für seinen Ursprung aus den Talgdrüsen spricht, in denen normal kein Cholestearin sich bildet. *Lehmann* fand (l. c.) in der trocknen *Vernix c.* eines fast ausgetragnen Fötus: Aetherextract 47,5%, Alcoholextract 15,0, Wasserextract 3,3, Essigsäureextract (Erdphosphate und eiweissartige Substanz) 4,0, Epidermis und Lanugo 23,7. Im ätherischen Extract fehlte die Gallenreaction, und die frische *Vernix* enthielt sehr viel Wasser, das wie überhaupt wohl grösstentheils aus dem Amnioswasser in ihre Zellen gelangt sein möchte.

Dem Gesagten zufolge wird es wohl als gerechtfertigt erscheinen, dass das *Smegma* auf Rechnung der Epidermis und Talgdrüsen gesetzt worden ist und es bleibt nur noch zu erwähnen, dass dasselbe in der Regel im sechsten Monate auftritt, in Bezug auf seine Menge sehr wechselt und bei Neugeborenen namentlich bald sehr mächtig entwickelt ist (an Menge bis 3½ Drachmen betragend, *Buek*), bald fast ganz fehlt, in welch letzterem Falle dasselbe entweder dem Amnioswasser, das in der That oft Epidermiszellen und auch Fett (*Mark* in *Heller's Archiv*, 1845. pg. 218) enthält, sich mitgetheilt oder von vornherein weniger ausgebildet haben könnte. Im Allgemeinen scheint das *Smegma* von der Mitte der Fötalperiode an bis zum Schlusse derselben je länger je mehr zuzunehmen und demnach eine unausgesetzt fortdauernde Ablösung der Epidermis in dieser Zeit angenommen werden zu müssen, doch ist es auch gedenkbar, dass im sechsten oder siebenten Monate, in denen man hie und da ungemein viel Fruchtschmiere findet, die Haut ein für allemal sich mächtig desquamirt.

Nach der Geburt stösst sich die abgelöste Oberhaut in Zeit von zwei bis drei Tagen ab und es tritt die bleibende Oberhaut zu Tage, über deren weitere Veränderungen bis zur Körperreife ich äusserst wenig mittheilen kann. Namentlich weiss ich nicht anzugeben, ob dieselbe noch normale Desquamationen darbietet oder gleich in das Verhältniss tritt, welches ich beim Erwachsenen angenommen habe. Ich mass die Oberhaut eines viermonatlichen Kindes und fand:

	Epidermis in toto.	*Rete Malp.*	Hornschicht.
Ferse	0,26‴	0,12‴	0,14‴
Fussrücken	0,048—0,06‴	0,032—0,04‴	0,016—0,02‴
Handfläche	0,07—0,1‴	0,04—0,07‴	0,03‴
Fingerrücken	0,056—0,07‴	0,04—0,05‴	0,016—0,02‴

woraus verglichen mit dem Erwachsenen hervorgeht, dass die Epidermis des Säuglings unverhältnissmässig dick ist, und dass diese Dicke besonders auf Rechnung des *Rete Malpighi* kommt, während die Hornschicht nur wenig entwickelt sich zeigt.

Das Pigment des *Rete Malpighi* entsteht bei den gefärbten Menschenraçen erst nach der Geburt. *P. Camper (Kleinere Schriften* 1782, Bd. I. St. 24) sah ein bei der Geburt röthlich und kaum verschieden von dem eines Europäers gefärbtes Negerkind sehr bald an den Rändern der Nägel und um die Brustwarze sich schwarz färben. Am dritten Tage färbten sich auch die Zeugungstheile und am fünften und sechsten verbreitete sich die Schwärze schon über den ganzen Körper. Auch bei Europäern ist bei der Geburt das Pigment des Warzenhofes und der andern früher erwähnten Stellen noch nicht vorhanden und bildet sich erst im Laufe der ersten Jahre nach und nach, so dass es beim zwei bis drei Monate alten Kinde nur in den ersten Anflügen vorhanden ist.

Sucht man sich aus Allem dem Gesagten über die ganze Entwicklung der Oberhaut ein Bild zu machen, so wird dasselbe immer nur sehr unvollkommen sein. Die erste Epidermislage entsteht wahrscheinlich durch Umwandlung der oberflächlichsten der ursprünglichen, junge Embryonen zusammensetzenden Bildungszellen. Wie unter dieser die Schicht kleiner runder Zellen sich bildet, ist zweifelhaft, vielleicht ebenfalls aus den ursprünglichen Bildungszellen, indem dieselben sich nicht ausdehnen und nicht zu Fasern auswachsen und so zwischen den ersten Hornplättchen und der *Cutis* liegen bleiben. Die fernere Entwicklung, nachdem so *Rete Malpighi* und Hornschicht in ihren ersten Andeutungen gegeben sind, ist in sofern klar, als von nun an das *Stratum Malpighi* durch Vermehrung seiner Elemente immer mehr an Dicke zunimmt und die Hornschicht behufs ihrer eigenen Massenzunahme und zum Ersatze dessen, was sie durch Abschuppung verliert, gerade wie beim Erwachsenen aus der tiefer liegenden Schicht sich rekrutirt; dagegen ist es unausgemacht, wie die Zellenvermehrung im *Rete Malpighi* vor sich geht. Für mich bin ich vollkommen überzeugt, dass hier so wenig wie beim Erwachsenen eine freie Zellenbildung vorkömmt, da bei Embryonen jeglichen Alters die Schleimschicht durch und durch aus Zellen besteht und freie Kerne gänzlich fehlen, doch bin ich nicht im Stande meine Ansicht,

dass auch die fötale Epidermis, einmal gebildet, durch endogene Zellenbildung um Inhaltstheile an Elementen zunimmt, durch directe Thatsachen zu stützen. Die Ausdehnung der Oberhaut in die Fläche anbelangend, so ergibt sich, wie *Harting* (*Recherches micrometriques pg. 47*) richtig bemerkt, daraus, dass die Epidermisschüppchen des Fötus und Erwachsenen in der Grösse ihrer Oberfläche sehr wenig differiren, dass die Flächenausdehnung der Oberhaut beim Wachsthume nur dem geringsten Theile nach auf Rechnung der Vergrösserung ihrer Elemente zu setzen ist. In der That messen die Hornplättchen des Embryo von 15 Wochen schon 0,009—0,012''', im sechsten Monate 0,01—0,012''', im siebenten 0,01—0,014''', beim Neugeborenen 0,012—0,016''', beim Erwachsenen 0,008—0,016'''. Da man nun in Berücksichtigung der Beschaffenheit der Hornschicht nicht wohl annehmen kann, dass sie dadurch sich ausdehnt, dass von unten her beständig neue Schüppchen zwischen ihre Elemente sich einschieben oder ihre Plättchen sich selbständig vermehren und für das *Rete Malpighi*, dessen Zellen ebenfalls nicht an Grösse zunehmen, ohnehin eine Vermehrung der Zellen in der Fläche statuirt werden muss, so scheint es mir nicht anders möglich, als entsprechend dem grossen Flächenwachsthum der *Cutis* und des *Rete Malpighi* und der geringen Ausdehnungsfähigkeit der Hornschichtlagen eine Reihe von Desquamationen der letztern anzunehmen, welche mithin, wenn meine Annahme richtig ist, auch noch nach der Geburt nachzuweisen sein müssten.

Die zahlreiche, jedoch zerstreute Literatur über die *Vernix caseosa* findet sich in dem guten Schriftchen von *G. Buek* zweckmässig zusammengestellt. — Nach *Harting*, dessen Angaben von den meinigen etwas abweichen, verhält sich die Oberfläche der Epidermiszellen beim viermonatlichen Fötus und dem Neugebornen wie 1 : 1,35, bei Kind und Erwachsenen wie 1 : 1,17, beim Fötus und Erwachsenen wie 1 : 1,58. Während demnach die Oberfläche des Körpers zwischen den angegebenen Extremen um das 145fache sich vergrössert, ist die Differenz der Zellen nur die Hälfte der Grösse derer der Embryonen, und es könnte daher, vorausgesetzt dass die Zellen dieselben blieben, nur $1/_{92}$ der Gesammtausdehnung der Oberhaut auf Rechnung der Vergrösserung der einzelnen Zellen gesetzt werden.

§. 22.

Zur Untersuchung der Haut dienen senkrechte und horizontale Schnitte frischer und getrockneter Präparate, welche mit einer indifferenten Flüssigkeit oder mit verschiedenartigen Reagentien, namentlich Essigsäure und Alkalien befeuchtet werden, über deren Wirkung schon in den einzelnen Paragraphen das Wichtigste angegeben wurde. Die Oberhaut löst sich durch Maceration, durch Kochen, und wo sie nicht dick ist

(Genitalien z. B.), auch durch Essigsäure und Natron in grossen Fetzen und leicht von der Lederhaut, so dass dann ihre untere Fläche und die Papillen des *Corium* aufs Schönste zur Anschauung kommen und die letztern auch isolirt für sich oder in einzelnen Gruppen zu erforschen sind. An frischer Haut ist ihre Stellung und Zahl an Horizontalschnitten, die durch die Papillen und die tiefen Oberhautlagen gehen, schnell und leicht zu erkennen. Ihre Gefässe studirt man an dünnen Hautstellen (Genitalien, Lippen) im frischen Zustande oder mit denen der übrigen Haut an injicirten Präparaten, ihre Nerven an senkrechten Schnitten, an isolirten Papillen oder in dünnen Hautflächen (*Praeputium*, *Glans*, Augenlider, *Conjunctiva Bulbi*) nach Zusatz von Essigsäure und verdünntem Natron causticum oder nach *Gerber's* und *Krause's* Methode (siehe oben). Das elastische Gewebe der Haut tritt durch Essigsäure, Natron und Kali sehr schön hervor. Die glatten Muskeln sind in der *Tunica dartos* leicht zu isoliren, schwieriger am *Penis* und im Warzenhofe, wo man schon besser mit ihnen vertraut sein muss, um sie in allen Fällen von blossem Auge zu erkennen; an den Haarbälgen sieht man sie nur mit dem Mikroskop, wenn man einen Balg mit den dazu gehörenden Talgdrüsen isolirt, namentlich nach Anwendung von Essigsäure, als kleine Bündel neben und vor den Talgdrüsen. Die Untersuchung der Fettzellen ist besonders bei magern Individuen lohnend, allwo man ihre Membranen und Kerne leicht sieht; sonst stellt man ihre Membranen durch Ausziehen des Fettes mit Aether leicht dar, schwierig die Kerne, die man aber mehr zufällig hie und da auch an gefüllten Zellen sieht. Die Oberhaut muss in ihrer *Malpighi*'schen Schicht vorzüglich frisch und mit Essigsäure und verdünntem Natron auf feinen senkrechten Schnitten erforscht werden, die Hornschicht vor Allem durch Zuziehung von Alkalien in senkrechten und Flächenschnitten, doch lösen sich ihre Elemente auch schon nach Maceration in Wasser von einander und sind für den Geübten auch an frischen Präparaten von der Seite und der Fläche zu erkennen.

Literatur der Haut.

A. ab Leeuwenhoek, De squamis in ore, cute etc. et De exteriore cuti Aethiopicae in *Arcana naturae, Delphis* 1695, pg. 53 u. 70.

Malpighi, De externo tactus organo. (Beschreibung der Schleimschicht der Oberhaut als *Corpus reticulare s. cribrosum,* farblos beim Europäer, gefärbt beim Neger.)

Albinus, Annot. acad. Lib. I. VI. VII. (Erste Beschreibung der Oberhautschüppchen beim Europäer und Neger, letztere seien gefärbt. Erklärt das *Corpus reticulare* des *Malpighi* für einen Theil der Oberhaut und für nicht durchlöchert.)

Gaultier, Recherches sur le Système cutané. Paris 1811.

Dutrochet, Observations sur la structure de la peau im *Journal complément. du Diction. d. sc. médicales. T. V.* 1819, pg. 366 und in *Mémoires pour servir à l'histoire anat. et phys. des végetaux et animaux. Paris* 1837.

J. Purkinje, De examine physiol. org. visus et systematis cutanei. Vratisl. 1823. (Verlauf der Cutisleistchen.)

B. N. Schreger, De bursis mucosis subcutaneis c. tab. Erlang. 1825. (Erste Beschreibung derselben.)

Eichhorn, Bemerkungen über die Anatomie und Physiologie der äussern Haut in Meck. Arch. 1827, pg. 27. (Manches Gute über die verschiedenen Schichten des *Integumentum commune*, ohne Rücksicht auf den elementären Bau.)

E. H. Weber, Beobachtungen über die Oberhaut etc. in Meck. Archiv 1827, St. 198.

A. Wendt, Ueber die menschliche Epidermis in Müll. Archiv 1834, St. 278. (Abbildung der mehrfächerigen Gruben der Oberhaut für die zusammengesetzten Papillen.)

Breschet et Rouzel de Vauzème, Recherches anat. et phys. sur les appareils tégumentaires des animaux in *Ann. des sc. nat.* 1834, pg. 167 u. 321. (Einiges Gute, viele Irrthümer; spalten, wie die drei andern genannten französischen Autoren, die Haut in viel zu viele Theile, und erwähnen die Elemente nicht. Abbildungen mittelmässig, Malpighische Schicht schlecht.)

Flourens, Recherches anatom. sur le corps muqueux de la peau dans l'Indien Charrua, le nègre et le mulâtre in *Annal. d. sc. nat.* 1837. pg. 156; *Rech. anat. sur les structures comp. de la membr. cutanée et de la membrane muqueuse. Ibid.* 1838, pg. 239; *Rech. anat. sur la manière dont l'Epiderme se comporte avec les poils et les ongles. Ib.* 1839, pg. 343; *Nouvelles Recherches sur la structure comparée de la peau dans les diverses races humaines* in *Compt. rend. XVII.* 1843, pg. 335 und in *l'Institut* 1843, pg. 281. *Anatomie générale de la peau et des membranes muqueuses. Paris* 1843. (Nimmt fälschlich eine von der Oberhaut gesonderte Pigmentschicht in der Haut an.)

Gurlt, Vergl. Unters. über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere etc. in Müll. Archiv 1835, pg. 399. (Gute Abbildungen für diese Zeit.)

Raschkow, Meletemata circa mammal. dentium evolut. Vratisl. 1835. (Erste bessere Beschreibung der Oberhautelemente unter Purkinje's Leitung.)

J. Henle, Symbolae ad anat. vill. intest. etc. Berol. 1837, und Ueber Schleim- und Eiterbildung und ihr Verhältniss zur Oberhaut in Hufeland's Journal 1838, St. 5. (Erste Darlegung der Bildungsweise der Oberhautplättchen aus den Retezellen und der pigmentirten Zellen der Oberhaut.)

Simon, Ueber die Structur der Warzen und über Pigmentbildung in der Haut, in Müll. Archiv 1840, pg. 167. (Pigmentirte Zellen in der Schleimschicht der Weissen.)

Krause, Artikel „Haut" in Wagner's Handw. der Physiologie. II. 1844, pg. 127. (Ausführliche, vortreffliche Abhandlung.)

E. H. Weber, Artikel „Tastsinn und Gemeingefühl" im Handwörterb. der Physiologie. Bd. III. 1849. (Ausgezeichnete, vorzüglich physiologische Abhandlung.)

Buek, De vernice caseosa. Halis 1844.

Kölliker, Ueber die Structur und die Verbreitung der glatten Muskeln in: Mittheilungen der zürch. naturf. Ges. 1847, pg. 26 und Zeitschr. für wissensch. Zoologie von *Siebold* und *Kölliker.* 1848, pg. 57. (Erste Beschreibung der Muskeln der Lederhaut und des Warzenhofes); zur Entwicklungsgeschichte der äussern Haut. *Ibid.* Bd. II. pg. 67; histiologische Bemerkungen (Kerne der Fettzellen und pathologische Fettzellen). *Ibid.* II. pg. 118.

Ausserdem berücksichtige man besonders die allgemeinen histiologischen Werke von *Weber-Hildebrandt* (I. 406, II. 511), *Schwann, Bruns, Gerber, Henle* (pg. 220, 1010), *Valentin, Todd-Bowman* (mit recht hübschen Abbildungen), die Entwicklungsgeschichte von *Valentin* und *Bischoff,* die pathologischen Schriften von *Wilson* (*On the management of the skin*, *2. Ed. London* 1847), *Simon* (Die Hautkrankheiten durch anatomische Untersuchungen erläutert, Berlin 1848), *v. Bärensprung* (Beiträge zur Anat. und Pathol. der menschlichen Haut, 1848) und *Krämer* (Ueber Condylome und Warzen, Götting. 1847). Abbildungen geben ausser den schon erwähnten *R. Wagner, Icon phys., Berres, Tab. VI. VII. XXIV.* (mit Ausnahme dessen, was die Gefässe betrifft, mittelmässig), *Arnold, Icon. org. sens. Tab. XI.* (recht hübsch, aber bei zu geringen Vergrösserungen gezeichnet). *Hassall, Tab. XXIV. XXVI. XXVII.* (unter anderm auch Negerhaut und Areola des Weissen von innen, colorirt).

II. Von den Nägeln.

§. 23.

Die Nägel, *Ungues*, sind platte, leicht gebogene, länglich viereckige Organe, die auf dem Rücken der letzten Finger- und Zehenglieder in einer besondern Vertiefung der Lederhaut, dem Nagelbette, sitzen, und rings herum mit der Oberhaut sich verbinden. Dieselben sind als eigenthümlich umgewandelte Epidermistheile anzusehen und zerfallen wie diese in zwei Lagen, in eine weiche Schleimschicht und in eine Hornschicht oder den eigentlichen Nagel.

§. 24.

Die Lederhautstelle, auf welcher der Nagel aufsitzt, oder das Nagelbett entspricht in ihrer Gestalt demselben genau, ist länglich viereckig, in der Mitte gewölbt, nach vorn und hinten und besonders nach den Seiten sich abdachend. Sein vorderer und mittlerer Theil liegen, wenn der Nagel sammt der Oberhaut durch Maceration entfernt ist, frei zu Tage, seine Seitenränder und sein hinterster Abschnitt dagegen sind von einem, vorn niedrigen und abgerundeten, hinten scharfen und längern Vorsprunge der *Cutis*, dem Nagelwalle, überwölbt, der in Verbindung mit dem Nagelbette eine Falte, den Nagelfalz, bildet, welche die Seitenränder und mit ihrem 2—3‴ tiefen hintersten Theile die Wurzel des Nagels aufnimmt (Figg. 21, 22).

Fig. 21.

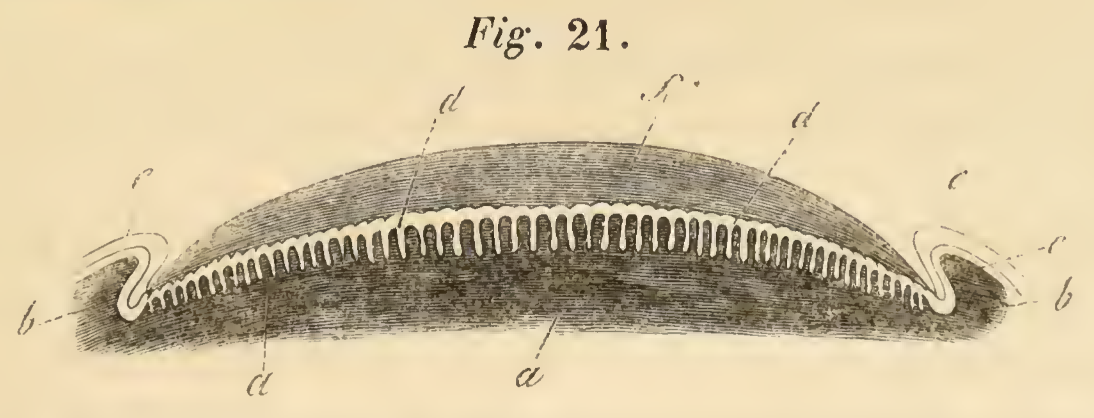


Fig. 21. Querschnitt durch den Nagelkörper und das Nagelbett etwa 8 mal vergrössert. *a.* Nagelbett mit seinen Leistchen (schwarz). *b.* Lederhaut der seitlichen Theile des Nagelwalles. *c. Stratum Malpighi* von ebendaselbst. *d. Stratum Malpighi* des Nagels mit seinen Leistchen (weiss). *e.* Hornschicht am Nagelwalle. *f.* Hornschicht des Nagels oder eigentliche Nagelsubstanz mit kurzen Zacken an der untern Fläche.

Das Nagelbett besitzt an seiner Oberfläche eigenthümliche, denen der Handfläche und Fusssohle ähnliche Leistchen (Fig. 21 *a*). Dieselben beginnen im Grunde des Nagelfalzes am hintern Rande des Nagelbettes und gehen, wie *Henle* (pg. 270) richtig bemerkt, fast wie von einem Pole von der Mitte desselben aus. Die mittleren ziehen gerade nach vorn, die seitlichen beschreiben zuerst einen Bogen, der um so stärker ist, je weiter nach aussen die Leistchen liegen und wenden sich dann ebenfalls nach vorn. In einer Enfernung von 2½ — 3½‴ von ihrem Ursprunge werden dieselben alle auf einmal höher und vorspringender und gestalten sich zu wirklichen Blättern von 0,024 — 0,1‴ Höhe, die geraden Weges bis fast zum vordersten Rande des Nagelbettes verlaufen und dann wie abgeschnitten enden. Die Grenze zwischen den Leistchen und Blättern hat die Gestalt einer nach vorn convexen Linie, die das Nagelbett in zwei, auch durch Färbung und Grösse verschiedene Abschnitte theilt, von denen der hintere kleinere, grösstentheils vom Nagelwalle bedeckte und blassere die Nagelwurzel, der vordere grössere und röthlich gefärbte den Nagelkörper aufnimmt. Leistchen und Blätter des Nagelbettes, deren Zahl zwischen 50 und 90 varirt, sind an ihrem Rande mit Einer Reihe kurzer Papillen von 0,008 — 0,016‴ besetzt. Ausserdem zeigen sich, wie ich mit *Henle* finde, im Grunde des Nagelfalzes einige quere Falten mit stärkeren nach vorn gerichteten Papillen von 0,07—0,1‴; ferner vorn, wo die Blätter aufhören, ebenfalls lange, einzeln stehende Papillen. — Am Nagel der kleinen Zehe sollen nach *Weber* (I. pg. 195) die Papillen nicht auf Leistchen, sondern mehr zerstreut stehen, was gewiss nicht für alle Fälle gilt; wenigstens finde ich in einem so eben untersuchten Individuum ganz deutliche Blätter mit kurzen Papillen auf dem Nagelbett und nur zu hinterst Reihen isolirter, ziemlich langer Papillen.

Der Nagelwall besitzt auf seiner untern Fläche keine Leistchen und selten hie und da eine Papille. Diese beginnen wieder ziemlich lang an seinem Rande und gehen von da auf seine obere Fläche über, welche in Nichts von der *Cutis* des Rückens der Finger und Zehen verschieden ist.

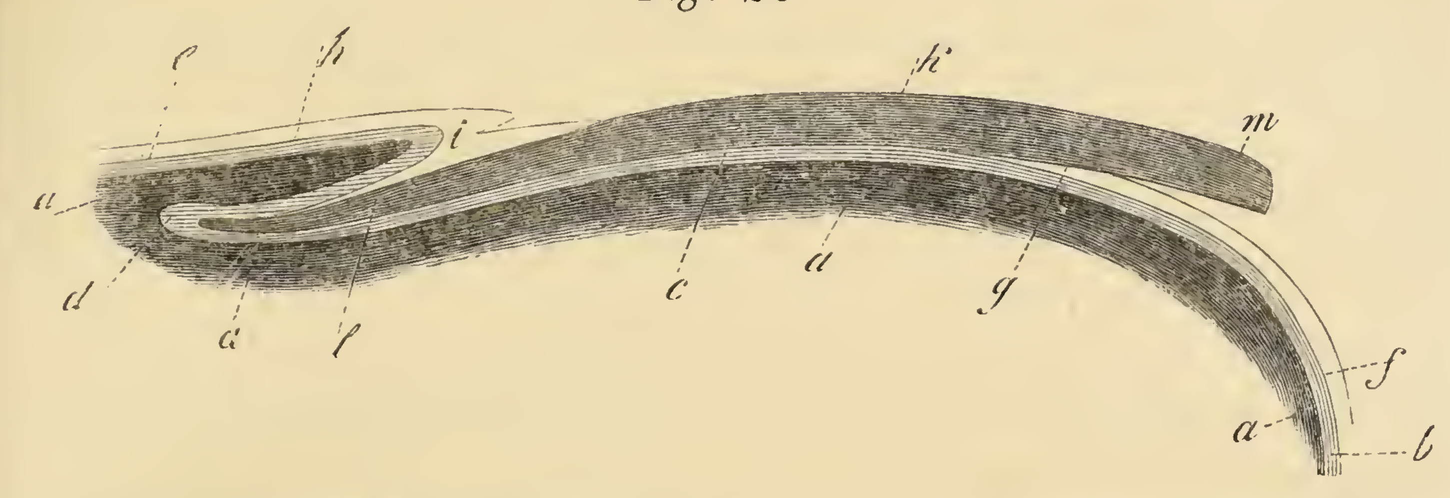
Der feinere Bau der Lederhaut des Nagelwalles und Nagelbettes ist in Nichts von dem der gewöhnlichen Lederhaut abweichend, nur finde ich ihr Gewebe derber, auch in der Tiefe fettarm und in den Leistchen und Blättern sammt ihren Papillen mehr Kernfasern als in den meisten andern Stellen der Haut. Die Gefässe sind besonders im vordern Abschnitte des Nagelbettes zahlreich, hinten, wo die Nagelwurzel aufliegt und am Nagelwalle spärlicher; ihre Capillaren sind nicht gerade fein, von 0,005

bis 0,008‴, nach *Berres* (pg. 64) 0,0005—0,0006 W. Z., bilden in den Papillen sehr deutliche einfache Schlingen und gehen mit ihren einzelnen Stämmchen oft selbst in mehrere Papillen ein. Die Nerven verhalten sich wie in der Haut, doch habe bisanhin weder Endschlingen noch Theilungen an ihnen sehen können.

§. 25.

Am Nagel selbst unterscheidet man die Wurzel, den Körper und den freien Rand (Fig. 22). Die weichere Wurzel (Fig. 22. *l*)

Fig. 22.



entspricht in ihrer Ausdehnung dem hintern, Leistchen tragenden Theile des Nagelbettes, steckt entweder ganz in dem Nagelfalze, oder liegt mit einer kleinen halbmondförmigen Fläche, dem Möndchen (*Lunula*), frei zu Tage. Ihr hinterer Rand ist zugeschärft, leicht aufwärtsgebogen und der dünnste und zugleich biegsamste Theil des Nagels. Der von hinten nach vorn an Dicke und Breite zunehmende harte Körper (*k*) liegt mit seiner oberen Fläche grösstentheils frei zu Tage, mit etwas zugeschärften dünnen Rändern in den Seitentheilen des Nagelfalzes und mit der untern Fläche auf dem vordern Abschnitte des Nagelbettes; der freie Rand endlich (*m*) ist an beschnittenen Nägeln gerade nach vorn gerichtet, soll dagegen im entgegengesetzten Falle sich um die Fingerbeere nach unten krümmen und mit dem übrigen Nagel zusammen eine Länge von 2″ erreichen.

Die untere Fläche des Nagelkörpers und der Wurzel entspricht in ihrer Gestalt genau dem Nagelbett und es finden sich daher an derselben ebenfalls Blätter und Leistchen, so wie Furchen in ähnlicher Anordnung wie auf dem Nagelbette, nur ist der Rand der Blätter hier nicht mit Papillen besetzt, sondern geradlinig, dagegen die Furchen, statt wie am

Fig. 22. Längsschnitt durch die Mitte von Nagel und Nagelbett ungefähr 8 mal vergrössert, *a.* Nagelbett und *Cutis* von Fingerrücken und Fingerspitze, *b.* Schleimschicht der Fingerspitze, *c.* des Nagels, *d.* des Grundes des Nagelfalzes, *e.* des Fingerrückens; *f.* Hornschicht der Fingerspitze, *g.* Beginn derselben unter dem Nagelrand, *h.* Hornschicht des Fingerrückens, *i.* Ende derselben auf der obern Fläche der Nagelwurzel, *k.* Körper, *l.* Wurzel, *m.* freier Rand der eigentlichen Nagelsubstanz.

Nagelbette mit ebenem Grund, zur Aufnahme der Papillen mit seichten Grübchen versehen. Indem die beiderseitigen Erhabenheiten und Vertiefungen ineinander greifen, wird eine innige Verbindung des Nagels mit der *Cutis* hervorgebracht, die dadurch noch fester wird, dass auch der Nagelwall mit seiner untern Fläche sich auf die Ränder des Nagelkörpers und auf die Wurzel auflegt.

Die Farbe des Nagels ist, so lange derselbe in seiner natürlichen Lage sich befindet, am freien Rande weisslich durchscheinend, am Körper, mit Ausnahme eines ganz schmalen helleren Saumes dicht hinter dem Anfange des freien Randes, röthlich, an der *Lunula* weisslich, welche zwei letzteren Färbungen grösstentheils von der durch den Nagel durchschimmernden Lederhaut und ihren Blutgefässen herrühren. Von der Epidermis und *Cutis* getrennt, ist der Nagel ziemlich gleichmässig weisslich durchscheinend, jedoch an der Wurzel ebenfalls etwas weisslicher als am Körper.

§. 26.

Der Nagel besteht in der Tiefe aus einer weichen Schleimschicht, die noch schärfer als bei der gewöhnlichen Oberhaut von der harten äussern Hornschicht oder dem eigentlichen Nagel sich scheidet. Dieselbe oder das *Stratum Malpighi* des Nagels (Fig. 21. *d*, 22. *c d*, 23. *B*) ist eine weissliche, in Wasser weisswerdende Lage, welche fast die ganze untere Fläche des Nagels einnimmt. Sie beginnt am hintern Rande der Wurzel und erstreckt sich manchmal auch in einer ganz kleinen Ausdehnung auf die obere Seite derselben, nach Art einer Scheide sie umfassend (Taf. I. Fig. 5.); seitlich geht sie meist bis an den Rand des Nagels, endet jedoch, wenn die Oberhaut unter die Seitenränder

Fig. 23.

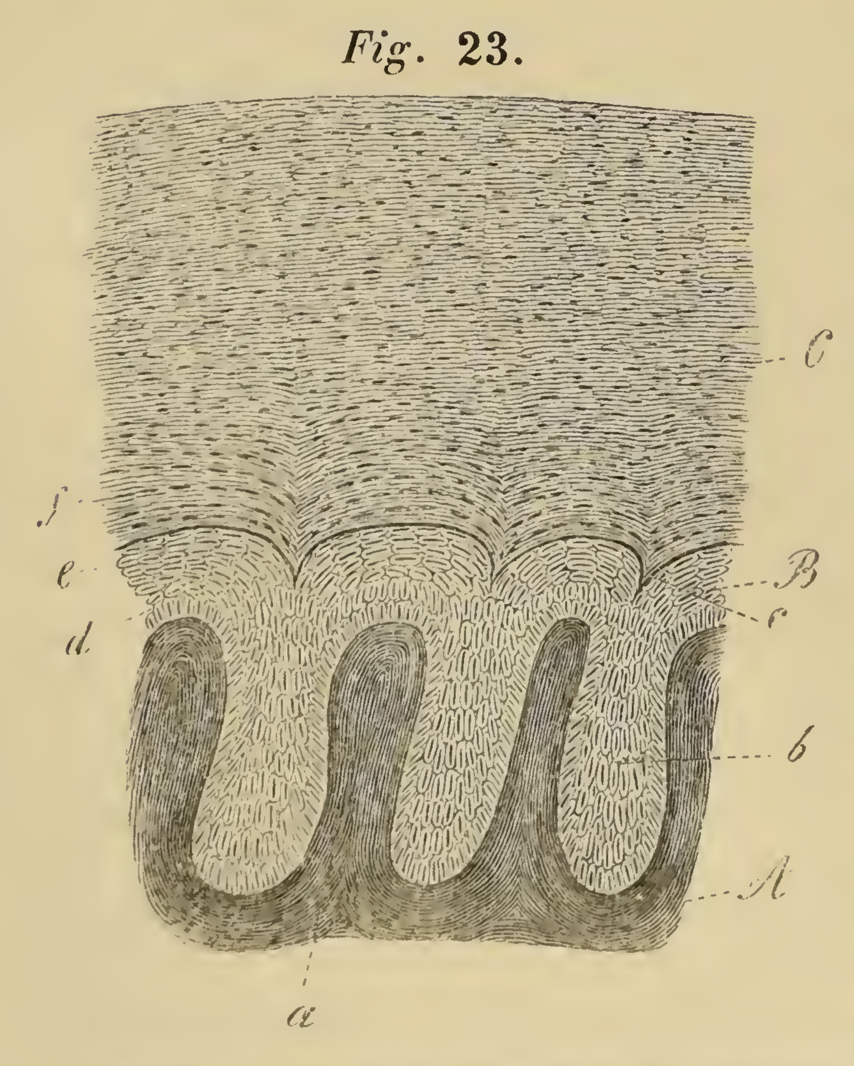


Fig. 23. Querschnitt durch den Nagelkörper, 250 mal vergrössert. *A*. *Cutis* des Nagelbettes. *B*. Schleimschicht des Nagels. *C*. Hornschicht desselben oder eigentliche Nagelsubstanz. *a*. Blätter des Nagelbettes. *b*. Blätter des *Stratum Malpighi* des Nagels. *c*. Leistchen der eigentlichen Nagelsubstanz. *d*. Tiefste senkrecht stehende Zellen der Schleimschicht des Nagels. *e*. Obere platte Zellen derselben. *f*. Kerne der eigentlichen Nagelsubstanz.

des Nagels tritt, was nach vorn zu hie und da der Fall ist, etwas früher, vorn endlich zieht sie sich nur bis zu dem vorhin erwähnten blassen Streifen hinter dem Anfange des freien Randes (Fig. 22). Mit ihrer untern, mit Blättern und Leisten besetzten Fläche greift die Schleimschicht in oben geschilderter Weise zwischen die Blätter und Leistchen des Nagelbettes ein; ihre obere Fläche ist fest mit der Hornschicht verbunden und entweder eben oder, was am Nagelkörper wenigstens fast immer der Fall ist, mit niedrigen Längsleistchen besetzt, die eine schwache Wiederholung der Erhabenheiten des Nagelbettes darstellen. — Die Dicke der *Malpighi*'schen Schicht ist nicht an allen Stellen dieselbe und wechselt auch bei verschiedenen Individuen nicht unbeträchtlich. An der Wurzel misst sie ganz hinten auf der untern Seite 0,12‴, auf der obern 0,14‴, dicht hinter dem Rande der Wurzel in gerader Richtung von hinten nach vorn 0,24 — 0,26‴, am Nagelkörper an den Blättern mehr nach hinten zu und am Rande 0,04 — 0,05‴, in der Mitte 0,06‴, selbst 0,08 bis 0,096‴ und 0,12‴, zwischen denselben endlich 0,032—0,04‴.

Die *Malpighi*'sche Schicht des Nagels besteht wie die der Oberhaut durch und durch aus kernhaltigen Zellen und stimmt in allem Wesentlichen so sehr mit derselben überein, dass folgende Bemerkungen zur Charakterisirung derselben hinreichen. Unmittelbar über der *Cutis* finden sich hier, so wenig als in der Oberhaut freie Kerne, sondern eine zusammenhängende und nach innen scharf begrenzte Lage rundlicher oder länglicher Zellen, die besonders im ersten Augenblicke der Einwirkung von verdünntem Kali und Natron sich als das zu erkennen geben, was sie sind; dieselben messen 0,004—0,006‴, die Kerne 0,003‴ und stehen, wenn sie länglich sind, senkrecht auf dem Nagelbett. Auf dieselben folgen längere und schmale Zellen mit Kernen von 0,003 — 0,006‴ Länge und 0,005—0,003‴ Breite, die alle regelmässig senkrecht oder schief stehen (Fig 23) und dem *Malpighi*'schen Stratum ein streifiges Ansehen geben, das *Günther* verleitet hat, dasselbe als drüsig anzusehen. Zu oberst sind die Zellen alle breiter und mit kürzeren Kernen versehen; zum Theil stehen sie hier noch senkrecht, nämlich an den Rändern der gleich zu beschreibenden Leistchen der Hornschicht des Nagels, zum Theil legen sie sich schief und selbst ganz flach (Fig. 23. *e*). Der Inhalt aller dieser Zellen ist eine helle Flüssigkeit mit feinen Körnchen, seltener hie und da ein grösseres Fetttröpfchen. Beim Neger ist nach *Béclard* (*Anat. générale pg.* 309) das *Stratum Malpighi* des Nagels schwarz und nach *Krause* (l. c. pg. 124) sollen dessen Zellen hier dunkelbraune Kerne enthalten, sowie gelbbräunliche bei brünetten Europäern. Nach *Hassall* (pg. 252) enthalten überhaupt die jüngern Zellen des Nagels, d. h. die

der Schleimschicht, Pigment, was ich wenigstens für einzelne Fälle bestätigen kann. — Von allen berührten Verhältnissen überzeugt man sich an feinen queren und longitudinalen Schnitten aufs Deutlichste, namentlich wenn man noch Essigsäure, Kali und Natron in Anwendung zieht, die hier in ganz gleicher Weise wie bei der Schleimschicht der Oberhaut einwirken, wesshalb auf das in §. 19 Bemerkte verwiesen wird.

§. 27.

Die Hornschicht des Nagels oder die eigentliche Nagelsubstanz (Fig. 21. *f*; 22. *k*, *l*, *m*; 23. *c*) ist der harte spröde Theil des Nagels, welcher den freien Rand und den obern Theil desselben bildet. Die untere Fläche dieser Schicht ist an der Wurzel zu hinterst ganz eben, weiter nach vorn zeigt dieselbe scharfe, durch breite Furchen geschiedene Leisten, die in Furchen der Schleimschicht des Nagels eingreifen. Diese Leisten der eigentlichen Nagelsubstanz zeigen sich auf Querschnitten (Fig. 21. 23) als spitze Zacken von 0,01—0,02‴ Länge, die in der Regel an den Rändern des Nagels am stärksten, bis zu 0,04—0,06‴ entwickelt sind und in ihrer Zahl genau den Blättern der untern Seite des *Stratum Malpighi* entsprechen. Die obere Fläche der Nagelsubstanz ist im Ganzen genommen eben, doch finden sich auch hier noch oft recht deutliche, parallele Längsstreifen oder Riffe als letzte, freilich sehr verwischte Andeutung der Unebenheiten des Nagelbettes.

Die Dicke dieses Nageltheiles nimmt in der Regel von der Wurzel bis nahe zum freien Rande beständig zu, so dass der Körper vorn wenigstens dreimal dicker ist als erstere, und ist am freien Rande wieder etwas geringer. So finde ich an einem Nagel des Mittelfingers folgende Progression: Dicke am hintern Wurzelrand 0,08‴, am Ende des Falzes 0,3‴, am Körper 0,37—0,38‴, unweit des Anfanges des freien Randes, wo die Hornschicht der Oberhaut unten beginnt 0,32‴, am freien Rande 0,28‴. Ein Daumennagel zeigte: am Wurzelrand, der hier ganz scharf war, anfänglich 0,01‴, bald 0,04‴, 1‴ vom vordern Ende des Falzes entfernt 0,12‴, ½‴ weiter 0,22‴, am Falzrande 0,28‴, etwas davor 0,32‴, in der Mitte des Körpers 0,31‴, etwas vor dem Anfange des freien Randes 0,33‴, am freien Rande 0,30‴. Auch im Querdurchmesser ist, mit Ausnahme des hinteren Wurzelrandes, die Nagelsubstanz nicht überall gleich dick, verdünnt sich vielmehr an den Seitenrändern bedeutend, so dass dieselben zuletzt, wo sie im Falze liegen, nicht mehr als 0,06—0,12‴ messen und endlich ganz scharf auslaufen.

Den Bau der eigentlichen Nagelsubstanz anbelangend, so ist derselbe ohne Anwendung von Reagentien schwer zu erkennen. Auf senkrechten

Schnitten sieht man namentlich am Körper nichts als horizontal verlaufende feine, gerade oder gebogene, gedrängt stehende Linien, welche man für den optischen Ausdruck zarter übereinanderliegender Lamellen zu halten geneigt ist, und zwischen denselben eine Menge länglicher, horizontal gelagerter, dunkler oder eigenthümlich röthlich durchscheinender Streifchen, offenbar Kerne. Nur am hintersten Theile der Wurzel und an der untern Fläche, wo dieselbe an das *Stratum Malpighi* stösst, zeigen sich mehr oder weniger deutlich abgeplattete Zellen mit Kernen schichtweise gelagert. Flächenschnitte zeigen noch weniger als senkrechte Schnitte, nämlich eine blasse durchscheinende, hie und da granulirte Substanz, meist ohne Andeutung irgend welcher Structur, hie und da mit sehr undeutlichen Contouren von Plättchen, ähnlich denen der Hornschicht der Oberhaut. Ganz anders fallen die Bilder nach Behandlung des Nagels mit Alkalien und einigen Säuren aus.

In verdünntem caustischem Kali quillt die Hornschicht des Nagels nach einiger Zeit auf und ist nach wenigen Stunden ganz weich und durchscheinend. Man erkennt, wenn sie noch nicht zu weich ist, deutlich ihr blätteriges Gefüge, indem sie sich leicht der Oberfläche parallel in Lamellen spalten lässt, und findet bei mikroskopischer Untersuchung, dass sie durch und durch aus Zellen besteht, die denen der Oberhaut analog, nur zarter sind (Fig. 24. *C*). Es zeigen sich dieselben als blasse, länglich-runde oder etwas polygonale, mässig abgeplattete Bläschen von 0,016‴, die ausser in verschiedener Menge vorhandenen feinen Granulationen keinen weitern Inhalt besitzen, namentlich auch keine Kerne erkennen lassen. Das Kochen des Nagels mit Kali bewirkt dasselbe, nur viel schneller und ist besonders für feine Nagelschnitte zu

Fig. 24. A, B, C; a, b, c

Fig. 24. Nagelplättchen mit Reagentien 350 mal vergrössert. *A.* Solche mit Natron gekocht, von der Seite, *B.* von der Fläche, *C.* zwei Tage mit kaltem Kali behandelte Plättchen. *a.* Membranen der aufgequollenen Nagelelemente, *b.* Kerne derselben von der Fläche, *c.* dieselben von der Seite.

empfehlen, deren Elemente man in ihrer wechselseitigen Lage zu sehen wünscht.

Das wichtigste Mittel zur Erforschung des Baues des Nagels ist verdünntes caustisches Natron. Dasselbe wirkt zwar im Allgemeinen sehr ähnlich dem Kali, unterscheidet sich aber doch wesentlich von demselben dadurch, dass es die wirklich vorhandenen Kerne der Nagelzellen viel weniger angreift. Kocht man die Nagelsubstanz mit demselben, so wird sie gleich beim ersten Aufwallen der Flüssigkeit zu einem schönen Zellengewebe ausgedehnt (Fig. 24. *A B*), dessen polygonale Elemente alle ohne Ausnahme, in der Tiefe wie an der Oberfläche, Kerne von 0,003—0,0046‴ Länge und Breite und 0,002‴ Dicke besitzen, die, je nachdem sie dem Beobachter ihre Flächen oder Ränder zukehren, als rundliche, sehr blasse und fein granulirte Scheiben oder als lange, schmale, dunkelcontourirte Stäbchen erscheinen; ausserdem verdient noch Erwähnung, dass neben diesen auch ganz grosse, sehr blasse Kerne von 0,006—0,01‴ und darüber in ziemlicher Zahl vorkommen, welche wahrscheinlich einer zu eindringlichen Einwirkung des Reagens und einem dadurch bewirkten Aufquellen ihren Ursprung verdanken. Mit Bezug auf die Nagelzellen lässt sich ferner durch Natron, doch auch durch Kali noch die wichtige Beobachtung machen, dass dieselben in den oberen Schichten platter sind als in den unteren. Befeuchtet man nämlich einen feinen senkrechten Schnitt mit kaltem oder noch besser mit heissem Natron, so sieht man fast im Momente der Benetzung den zelligen Bau des Nagels deutlich hervortreten, ohne dass sich seine Elemente merklich vergrössern, und findet hiebei, dass seine tiefsten Zellen wenigstens einmal dicker sind als die obersten. Wirkt das Natron länger ein, so quillt allmälig das Schnittchen auf, und zwar zum Zeichen der grösseren Weichheit der untersten Zellen zuerst hier und erst spät in den platten und härteren oberen Elementen.

Ausser diesen zwei Reagentien sind noch einige Säuren zu empfehlen. Essigsäure ist wenig wirksam und greift in der Kälte den Nagel kaum an, noch weniger Milchsäure und Oxalsäure, dagegen wirkt concentrirte Schwefelsäure um so eindringlicher. In derselben wird der Nagel schon in der Kälte in Zeit von einigen Tagen an der Oberfläche etwas weicher und lässt als Elemente Plättchen, von 0,012—0,016‴ Grösse und Epidermisplättchen ganz gleich, isolirt erkennen, die in vier Wochen noch leichter von einander sich lösen, etwas grösser, aber immer noch polygonal und platt sind und hie und da Spuren von Kernen besitzen. Sehr schnell, schon innerhalb einer halben Minute geschieht dasselbe was in der Kälte in kochender Säure, ja bei zwei Minuten langem Kochen löst sich der Nagel gänzlich auf. Mit Salzsäure eine Minute gekocht

wird der Nagel weich und durchsichtig, seine Plättchen lösen sich leicht von einander, sind aber noch blass, eckig und platt, messen bis zu 0,02‴ und lassen keine Kerne erkennen. Salpetersäure endlich macht beim Kochen in einer viertel Minute den Nagel weich und gelb, ohne seine Structur deutlicher hervortreten zu lassen und löst ihn in einer halben bis einer Minute gänzlich auf. Dagegen ist dieselbe kalt angewendet ein vorzügliches Reagens, indem schon in zwei Tagen der Nagel in ihr ganz weich wird und sehr leicht in seine Elemente zerfällt, die in diesem Falle 0,02—0,024‴ messen, jedoch immer noch eckig und platt sind und keine Kerne zeigen.

Aus diesen Thatsachen, zusammengehalten mit dem, was sich am unveränderten Nagel zeigt, lässt sich ein genügendes Bild der Zusammensetzung seiner Hornschicht entwerfen. Dieselbe besteht aus fest vereinigten, nicht scharf von einander geschiedenen Lamellen, jede Lamelle aus einer oder mehreren Lagen kernhaltiger, polygonaler platter Schüppchen oder Plättchen, die denen der Hornschicht der Oberhaut, abgesehen von den Kernen, sehr gleichen und in den untersten Lagen dicker und im Umfange etwas kleiner als in den oberen und obersten Lagen sind. Als mittlere Grösse derselben kann die von 0,012—0,016‴ angenommen werden, die beim Zusatze der sonst wenig einwirkenden Schwefelsäure und im Anfange der Einwirkung von Kali und Natron sich zeigt. —

Der Bau des Nagels findet sich zuerst richtig beschrieben bei *Bruns* (pg. 198), der namentlich auch des Kali sich bediente, um die Zellen seiner Hornschicht darzustellen und das *Stratum Malpighi* aus lauter kernhaltigen Zellen bestehen lässt. Die Späteren folgten meistens den Angaben von *Bruns*, doch erhoben sich namentlich in Bezug auf die Kerne der Nagelplättchen einige Zweifel, indem besonders *Reichert* die auf senkrechten Schnitten sichtbaren Streifen nicht als solche gelten lassen wollte, sondern für Lücken erklärte. Seit jedoch *Donders* und *Moleschott* (pg. 535) die Kerne auch in den durch Kali isolirten aufgequollenen Nagelzellen gefunden, hat *Reichert* (*Müll. Arch.* 1837, *Jahresb.*, erschienen 1849, pg. 25) seine frühere Ansicht verlassen, und mit Recht. Denn wenn schon früher derjenige, der die Kerne der Schleimschichtzellen von Nagel und Oberhaut mit den fraglichen dunklen Körperchen der Nagelsubstanz verglich, nicht im Zweifel sein konnte, dass es sich um wirkliche Kerne handle, so kann dies jetzt, wo wir uns der so nützlichen Alkalien bedienen, mit voller Bestimmtheit ausgesagt werden. Ich finde die Kerne in allen Nagelplättchen ohne Ausnahme, auch in den obersten und betrachte ihre Existenz als ein in morphologischer Beziehung gutes Unterscheidungsmerkmal derselben von den Plättchen der Epidermishornschicht, in der ich die Kerne meist ganz vermisse oder nur in ganz undeutlichen Spuren sehe. In den Nagelplättchen nämlich erscheinen die Kerne bei Natronzusatz scharf contourirt, gross und namentlich in der Seitenansicht sehr deutlich,

ganz anders als *Donders* und *Moleschott* sie nach Anwendung von Kali zeichnen, das sich mir als ziemlich unpassend ergeben hat. Der Grund, warum dieselben an Horizontalschnitten frischer Nägel nicht zu erkennen sind, ist einfach der, dass sie gerade wie die Nagelplättchen abgeplattet sind und in diesem Falle ganz blasse Contouren besitzen. Nach Behandlung mit Natron sieht man sie jedoch auch auf solchen Schnitten obschon sehr blass, doch deutlich. Dass die Plättchen des Nagels durch Alkalien zu Bläschen aufquellen, haben offenbar schon *Bruns* und *Valentin* (l. c. pg. 660, 768), von denen der letztere auch schon die Schwefelsäure zu ihrer Isolirung anwandte und selbst in einzelnen die Kerne gesehen zu haben scheint, gewusst, doch hat sich diese Einsicht erst seit der Zeit allgemeine Geltung verschafft, wo *Donders* und *Moleschott* ihre ausgedehnten mikrochemischen Untersuchungen bekannt gemacht haben.

§. 28.

Das Verhältniss des Nagels zur Oberhaut anlangend, so verweise ich vor allem auf die in den Figg. 21, 22 und Taf. I. Fig. 5, gezeichneten senkrechten und queren Durchschnitte. Dieselben zeigen einmal, dass die Oberhaut sich auf die Wurzel, den hintern Theil des Körpers und auf die Ränder des Nagels legt, und zweitens dass dieselbe auch unter dem freien Rande und an den vorderen Theilen der Seitenränder an denselben stösst. Dies geschieht in der Weise, dass, während die Schleimschicht der Oberhaut continuirlich und ohne Grenze in die des Nagels übergeht, die Hornschicht eigentlich nirgends in die wirkliche Nagelsubstanz direct sich fortsetzt, sondern theils mit ihren Lamellen parallel an dieselbe sich anlegt, theils in verschiedenen schiefen Winkeln auf sie stösst. An der Nagelwurzel zieht sich die Hornschicht mehr oder weniger tief in den Nagelfalz hinein und geht zugleich auch als eine dünne, nach vorn sehr fein werdende Lage auf den obern freien Theil des Nagels bis gegen das Ende der *Lunula* oder den Anfang des Körpers. Vorn und hinten, an welch letzerem Orte diese Lage nicht selten den hintern Rand der Wurzel erreicht, stehen ihre Zellen parallel der obern Nagelfläche, in der Mitte dagegen, wo sie am dicksten ist (Fig. 22. *i*), schief oder senkrecht auf derselben. Aehnlich ist das Verhalten am freien Rande des Nagels, wo die Hornschicht zum Theil mit mehr horizontalen, zum Theil mit schiefen Lamellen an das Ende der untern Nagelkörperfläche anstösst und auch wohl noch an den Anfang des freien Randes sich fortsetzt. An den Seitenrändern endlich legt sich die Hornschicht vorn mit horizontalen Lamellen unter den Nagel und verhält sich weiter hinten wie an der Wurzel oder stösst einfach an den Nagelrand an. Es bildet so die Hornschicht eine Art Scheide für den Nagel, die in etwas an die Scheide des Haares erinnert, jedoch viel unvollständiger ist. Vergleichen

wir den Nagel mit der Oberhaut, so finden wir in dem Bau seiner Schleimschicht auch nicht die geringste wichtigere Eigenthümlichkeit, wohl aber in der Hornschicht, die durch ihre härteren, auch chemisch abweichenden, kernhaltigen Zellen und die Abplattung und innige Verbindung derselben von der Hornschicht der Epidermis sich unterscheiden. Immerhin aber ist die Uebereinstimmung auch der letztern Gebilde so gross, dass der eigentliche Nagel, wie dies auch längst geschieht, mit vollkommenem Rechte als eine modificirte Partie der Hornschicht der letzten Finger- und Zehenglieder betrachtet werden kann.

Nach den chemischen Untersuchungen von *Scherer* und *Mulder* stimmen die Nägel sehr mit der Epidermis überein. *Mulder* findet in ihnen

C	50,1
H	6,9
N	17,3
O } *P* }	22,5
S	3,2,

wonach sie nur durch einen etwas grössern Gehalt von *S* und *C* von der Oberhaut abweichen. Ihre Substanz betrachtet er in seiner neuesten Schrift als Protein + Sulphamid, von letzterem 6,8%. Dies stimmt mit den erwähnten Einwirkungen der Reagentien überein, nach denen die Nagelplättchen fast ganz wie Hornplättchen sich verhalten, nur schwieriger angegriffen werden und Kerne führen. Nach *Lauth* enthält der Nagel mehr phosphorsauren Kalk als die Oberhaut und verdankt demselben seine Härte; dies kann richtig sein, obschon, wie *Mulder* angibt (*Phys. Chemie* pg. 536), beide ungefähr gleich viel Asche (1%) geben.

Was den lamellösen Bau des eigentlichen Nagels anlangt, so ist derselbe ungefähr in ähnlicher Weise wie bei der Hornschicht der Oberhaut zu denken, nur nicht so deutlich, weil die Nagelplättchen viel fester verbunden sind, als die Elemente der Epidermis. Durch Reagentien tritt aber die Schichtenbildung sehr deutlich hervor und ebenso an pathologisch verdickten und verkrümmten Nägeln.

§. 29.

Wachsthum der Nägel. Die Nägel wachsen, so lange sie geschnitten werden, beständig fort; dagegen ist das Wachsthum derselben beschränkt, wenn dies nicht geschieht. In diesem Falle, der bei lange bettlägerigen Kranken und den Völkern Ostasiens zu beobachten ist, werden die Nägel 1½—2″ lang (bei den Chinesen nach *Hamilton* 2″, *Henle* pg. 274) und krümmen sich um die Finger und Zehenspitzen herum.

Beim Wachsthume des Nagels verändert die Schleimschicht desselben ihre Lage durchaus nicht, wohl aber seine Hornschicht, die beständig

nach vorn geschoben wird. Die Bildung derselben hat an allen den Stellen Statt, wo sie mit dem *Stratum Malpighi* in Verbindung ist, mit andern Worten, an ihrer ganzen untern Fläche mit Ausnahme des freien vorderen Randes, ferner bei vielen Nägeln auch an einer ganz kleinen Stelle der oberen Fläche ihrer Wurzel, endlich am hinteren Wurzelrande selbst, doch sind die Theile der Wurzel diejenigen, die am raschesten wachsen, während der Nagelkörper langsamer sich bildet, was vorzüglich dadurch bewiesen wird, dass der Nagel an der Grenze zwischen Wurzel und Körper nicht viel dünner ist als vorn am Körper selbst, und dass an der Wurzel der Uebergang der Zellen des *Stratum Malpighi* in Nagelzellen leicht, am Körper dagegen nicht oder sehr schwer nachzuweisen ist. Durch den beständigen Ansatz neuer Zellen am Wurzelrande wächst der Nagel nach vorn, durch das Hinzutreten solcher an seiner unteren Fläche verdickt er sich. Das Längenwachsthum überwiegt dasjenige in die Dicke, weil die erst rundlichen Zellen, indem sie von hinten und unten her nach vorn und oben rücken, immer mehr sich abplatten und verlängern.

Die Art und Weise, wie die Nagelplättchen aus den Zellen der Schleimschicht des Nagels entstehen, ist, wie *Reichert* (*Müll. Arch.* 1841, pg. CCLXXV) zuerst und richtig bemerkt, an der Wurzel des Nagels leicht nachzuweisen (Taf. I. Fig. 5). Hier sind nämlich die obersten Zellen der Schleimschicht ganz anders beschaffen als in der Tiefe, mehr oder weniger abgeplattet und den Plättchen der Hornschicht der Epidermis sehr ähnlich, doch weichen sie von diesen durch den nie fehlenden Kern, der freilich fast nur bei Zusatz von Natron und auch dann noch schwer zu entdecken ist, ab, und gleichen hierdurch den Schleimschichtzellen als deren Hauptmerkmal bei der gewöhnlichen Oberhaut neben andern das Vorkommen eines Kernes anzusehen ist. Verfolgt man nun diese Zellen, die eine Lage von 0,06—0,12''' Mächtigkeit darstellen, nach der eigentlichen Nagelsubstanz hin, so findet man, dass dieselben sich immer mehr abplatten (Taf. I. Fig. 5. *cc*) und endlich ohne scharfe Grenze in dieselbe übergehen, indem sie inniger untereinander verschmelzen und ein durchsichtigeres Ansehen annehmen.

Am Nagelkörper ist der Nachweis, dass auch hier Nagelsubstanz gebildet wird, schwerer zu geben, was auch *Reichert* bewogen haben mag, die Bildung derselben an diesem Orte gänzlich zu läugnen. So sehr ich auch sonst mit *Reichert*'s Schilderungen der Nagelverhältnisse übereinstimme, die, abgesehen von dem, was über die Nagelplättchen bemerkt wird, unter den vorhandenen die am weitesten in die Sache eindringenden sind, so muss ich doch in diesem Puncte abweichen. Es wird nämlich durch eine Reihe von Thatsachen die Annahme, auch der Nagelkörper

wachse von unten her, gefordert. Ohne darauf, dass bei der Regeneration eines abgefallenen Nagels auch das Nagelbett mit Nagelsubstanz sich bedeckt, zu grosses Gewicht zu legen, will ich anführen, dass erstens die auch am Körper zunehmende Dicke des eigentlichen Nagels sehr gegen *Reichert's* Ansicht spricht. Diese Zunahme ist in geringerem Grade, manchmal verbunden mit einer etwelchen Verdünnung am hintern Theile des Körpers, in den meisten Fällen vorhanden, in einigen durchaus nicht pathologischen Nägeln ziemlich bedeutend und zwingt unabweislich zur Annahme einer Bildung von Nagelsubstanz auch an der untern Fläche des Körpers. Auch in den seltneren Fällen, wo der Nagel von der *Lunula* an nach vorn gleichmässig dick ist, muss, wie ich glaube, ein solcher Process angenommen werden, nur ist dann zu statuiren, dass das Wachsthum in die Dicke und dasjenige in die Länge sammt der Abplattung der Nagelplättchen sich so ziemlich das Gleichgewicht halten. Würde in einem solchen Falle keine Nagelsubstanzbildung von unten her angenommen, so bliebe unerklärlich, warum der Nagel gleich dick bleibt und sich nicht verdünnt, wie es z. B. an seinem freien Rande geschieht, an dem, wegen der fortwährenden Abplattung der Zellen bei mangelnder Zufuhr neuer Plättchen von unten her, immer eine, wenn auch geringe Verdünnung nach vorn zu beobachten ist. Was *Reichert* vorzüglich bewogen hat, keine Bildung von Nagelsubstanz an der untern Fläche des Körpers anzunehmen, ist, dass hier nach ihm die Schleimschichtzellen alle senkrecht stehen, durch eine scharfe Grenze von den Nagelplättchen geschieden sind und keinerlei Uebergänge in dieselben zeigen. Allein diese Gründe sind nur zum Theil stichhaltig. Eine schärfere Grenze als an der Nagelwurzel ist hier auf jeden Fall vorhanden, doch zeigt sich auch diese auf feinen Schnitten nicht so scharf wie an denen, die man gewöhnlich untersucht, und was die Zellen der Schleimschicht betrifft, so stehen dieselben nur in den Blättern derselben und da, wo diese an die Leistchen der untern Fläche der Hornschicht des Nagels stossen, senkrecht, zwischen denselben dagegen fast ohne Ausnahme horizontal, namentlich an den an den Nagel angrenzenden Theilen. Hievon überzeugt man sich an Querschnitten (Fig. 23.) und Längsschnitten, an letzteren dann, wenn sie nicht zu fein sind und der *Focus* verändert wird. Uebereinstimmend mit diesen Thatsachen und entgegen *Reichert*, finde ich nun wirklich, dass der Uebergang der Schleimschichtzellen in Nagelplättchen am Körper überall da, wo die Leistchen der untern Fläche des eigentlichen Nagels etwas entwickelter sind, ziemlich leicht und namentlich bei Zusatz von Alkalien deutlich zu sehen ist. Auch an den übrigen Stellen zwischen den Leistchen kann, wenn auch nicht ein directer Uebergang, doch das erkannt

werden, dass die an die Schleimschicht angrenzenden Plättchen des eigentlichen Nagels viel weniger abgeplattet sind als im Innern und an seiner Oberfläche, was ebenfalls für eine Bildung derselben an Ort und Stelle spricht. Würden dieselben, wie *Reichert* nach seiner Ansicht gezwungen ist anzunehmen, im Nagelfalze entstanden und nur durch Vorrücken an ihre spätere Stelle gekommen sein, so wäre ihre durchaus gleichbleibende Gestalt und der Mangel jeglicher Abplattung, die doch an den übrigen Nagelzellen so bedeutend ist, kaum zu erklären.

Schliesslich füge ich zur Unterstützung meiner Annahme noch das bei, dass nur durch sie erklärlich wird, warum die untere Fläche der eigentlichen Nagelsubstanz an der Nagelwurzel fast glatt, am Nagelkörper mit mehr oder minder starken Leistchen versehen ist. Das Auftreten oder die Vergrösserung dieser Leistchen beweist doch offenbar, das auch hier Nagelsubstanz gebildet wird. Diesen Leistchen und den Furchen zwischen denselben entsprechend, finden wir denn auch die untersten Lagen der Nagelplättchen, die an der Wurzel ganz horizontal liegen, am Körper wellenförmig verlaufend (Fig. 23). Das Resultat wäre demnach, dass allerdings die Bildung des Nagels vorzüglich an der Wurzel erfolgt, dass aber, obschon langsamer und spärlicher, auch am Körper Nagelplättchen von unten zutreten und die nach vorn zunehmende etwelche Verdickung bewirken, oder wenigstens der sonst nothwendig erfolgenden Verdünnung des Nagels nach vorn entgegentreten, wobei jedoch noch zu bemerken ist, dass die Bildung von Nagelsubstanz an allen Theilen in der Mittellinie des Nagels stärker erfolgt als an den Seitentheilen, welche vorn fast ebenso dünn als an der Wurzel und nur mit längeren Zacken an der unteren Fläche versehen sind. Immerhin muss aber auch hier am Körper Substanz sich ansetzen, weil der Nagel nach vorn zu sich verbreitert.

Die einmal gebildeten Plättchen der Nagelsubstanz verändern sich, indem sie von den immerwährend nachrückenden nach vorn und oben geschoben werden, noch in einigen Beziehungen. Einmal geht mit ihrer Substanz eine freilich noch wenig gekannte, zum Theil in der Ablagerung von mehr $\overset{.:.}{P}\,\dot{C}a$, zum Theil in einem Festerwerden (Verhornung) ihrer organischen Elemente, der Zellmembranen vor allem, beruhende Aenderung vor, in Folge welcher sie, die an der Nagelwurzel und unteren Fläche des Nagels noch weicher sind, immer härter und härter werden. Zweitens platten sich dieselben ähnlich den Hornschichtzellen der Oberhaut sehr bedeutend ab und vergrössern sich zugleich im Längs- und Querdurchmesser in etwas, endlich verschmelzen sie inniger untereinander, so dass man sie an den oberen und vorderen Theilen des Nagels ohne künstliche Hülfsmittel nicht isolirt zu erkennen im Stande ist, son-

dern nichts als eine gleichförmige, nach allen Richtungen reissende Substanz erhält, während in den untern Theilen die Nagelplättchen wenigstens andeutungsweise, hie und da selbst ziemlich klar zu sehen sind. Dagegen verschwinden die Kerne der Nagelplättchen nicht und hierin liegt ein charakteristischer Unterschied zwischen der Hornschicht des Nagels und derjenigen der Oberhaut; man findet dieselben an senkrechten Schnitten frischer Nägel und nach Behandlung derselben mit Natron etwas kleiner und platter als in der Tiefe auch in den obersten Schichten.

Dem Gesagten zufolge gehen auch in der eigentlichen Nagelsubstanz noch einige Metamorphosen vor sich, die wie bei der Oberhaut auf Rechnung eines eigenthümlichen Wachsthumes und Lebensprocesses der Nagelzellen zu schieben sind. Dieselben scheinen jedoch fast nur den unteren und hinteren Partieen derselben zuzukommen, denn man findet, wie *Schwann* (pg. 91) meldet, dass wenn am hintern Theile der freien Nageloberfläche zwei Puncte durch Anbohren mit einer Nadel und Färbung mit salpetersaurem Silber neben und hinter einander bezeichnet werden, dieselben in zwei bis drei Monaten, während welcher Zeit sie an die Spitze des Nagels rücken, ihre Lage durchaus nicht ändern.

In Bezug auf die pathologischen Zustände des Nagels hebe ich Folgendes hervor:

Die Nägel regeneriren sich leicht wieder, wenn sie bei Quetschungen, Verbrennungen, Erfrierungen, Hautkrankheiten (Scharlach z. B.), in Folge von Entzündungen, Exsudationen, Eiterungen und Blutergüssen des Nagelbettes abfallen, ja es kann, wie *Pechlin* (*Observ. phys. med. pg.* 315) erzählt, eine solche Regeneration selbst periodisch eintreten, indem ein Knabe jeden Herbst seine blauschwarz gewordenen Nägel sammt der Oberhaut (der Hornschicht?) verlor und wieder erhielt. In einem solchen Falle bedeckt sich nach *Lauth* (*Memoires sur divers points d'anatomie* in den *Annales de la société d'histoire naturelle de Strasbourg. Tom. I.* 1834) und *Hyrtl* (*Anatomie pg.* 382) das ganze Nagelbett mit weichen Hornplättchen, welche nach und nach erhärten, zu einem wirklichen Nagel sich gestalten und schliesslich mit dem freien Rand über die Fingerspitze vortreten. — Bei Verlust der vorderen Fingerglieder entstehen in vielen Fällen rudimentäre Nägel auf dem Rücken der zweiten und selbst der ersten Phalanx. Die älteren Fälle finden sich bei *Pauli* (*De vulneribus sanandis, Göttingae* 1825, pg. 98) citirt. Einen solchen von 2‴ Länge und 3‴ Breite an der ersten Phalanx des Daumens sah neulich auch *Hyrtl* (l. c.).

Da die Bildung der Nagelsubstanz von den Gefässen des Nagelbettes abhängt, so lässt sich mit *Henle* annehmen, dass häufig wechselnde Zustände derselben auch ein unregelmässiges Wachsthum, stellenweise Verdickung, Verdünnung und selbst Ablösung der Nägel bewirken, und dass auch die Deformitäten derselben bei *Cyanose* und *Phthise* hievon abhängen. Sehr häufig rührt aber auch, wie ich beobachtet habe, die Verdickung und Missbildung der Nägel von theilweiser Unwegsamkeit der Capillaren des

Nagelbettes her. So finde ich bei den lamellösen, nach vorn sehr verdickten und nach unten gekrümmten Nägeln älterer Leute alle Capillaren des vorderen Abschnittes des Nagelbettes von Fettkörnern verschiedener Grösse dicht erfüllt und für das Blut ganz unwegsam; in einem solchen Falle kann die Bildung von Nagelsubstanz nur in kleinen Lamellen im Falze erfolgen, welche dann durch die von hinten neu nachrückenden begreiflicherweise immer schiefer aufgerichtet werden, so dass sie vorn angelangt eine fast senkrechte von hinten und oben nach unten und vorn gerichtete Stellung haben und mit ihren hintern Enden an der Nageloberfläche quere in kurzen Intervallen aufeinander folgende Riffe bilden. Nach Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* beobachtete *Steinrück* (*De nervorum regeneratione*, pg. 45, 49) bei Kaninchen Ausfallen der Haare und Nägel, was von dem Einflusse der Nerven auf die Gefässe herzuleiten ist. Endlich ist auch die Gestalt des Nagelbettes auf die Bildung des Nagels von Einfluss. So erklärt sich, dass (siehe *Henle* l. c.) nach Entzündung und Verwachsung des Nagelfalzes die Neubildung am hintern Rande aufhört, der Nagel nicht mehr nach vorn wächst, sondern an allen Rändern genau anliegend das Nagelbett bedeckt.

§. 30.

Die Entwicklung des Nagels beginnt im dritten Monate mit der Bildung des Nagelbettes und Nagelfalzes (siehe auch *Valentin*, *Entwickl.* pg. 277), welche dadurch von den übrigen Theilen sich abgrenzen, dass durch eine Wucherung der Haut allmälig der Nagelwall entsteht. Anfänglich nun ist das Nagelbett von denselben Zellen bekleidet, welche auch an den übrigen Theilen die Oberhaut bilden (siehe §. 21.), nur zeichnen sich schon im dritten Monat die Zellen des *Stratum Malpighi* durch ihre langgestreckte und polygonale Gestalt (Länge derselben 0,004‴, Breite 0,001 — 0,0016‴) aus. Erst im vierten Monate tritt zwischen *Stratum Malpighi* und Hornschicht des Nagelbettes, welche letztere durch eine einfache Lage polygonaler, deutlich kernhaltiger Zellen gebildet wird, eine einfache Schicht blasser, platter, jedoch ebenfalls vieleckiger und kernhaltiger 0,009‴ grosser Zellen auf, die fest zusammenhängen und als die erste Andeutung der eigentlichen Nagelsubstanz anzusehen sind; zugleich verdickt sich auch das *Stratum Malpighi* unter diesen Zellen, so dass es bestimmt wenigstens aus zwei Zellenlagen zusammengesetzt ist. Demnach ist der Nagel ursprünglich ganz von der Oberhaut umschlossen, bildet sich auf dem ganzen Nagelbette in Form eines viereckigen Plättchens und entsteht zwischen der embryonalen Schleimschicht und Hornschicht ohne allen Zweifel durch eine Umwandlung der Zellen der Schleimschicht, wofür namentlich auch die geringe Grösse der ursprünglichen Nagelzellen spricht. In weiterer Entwicklung verdickt sich der Nagel durch Zutritt neuer Zellen von unten her, vergrössert sich durch

Ausdehnung seiner Elemente, und Ansatz neuer solcher an seinen Rändern, bleibt jedoch noch einige Zeit unter der Hornschicht der Epidermis verborgen, bis er am Ende frei wird und selbst in die Länge zu wachsen beginnt, was alles durch folgende Thatsachen belegt wird.

Im Anfange des fünften Monates ist der Nagel noch von einer einfachen Lage kernhaltiger polygonaler Oberhautzellen von 0,01''' bedeckt und besteht nur aus einer etwas grösseren, jedoch immer noch einfachen Lage blasser Plättchen von 0,012—0,02''', die alle mit deutlichen, jedoch ebenfalls blassen Kernen versehen sind. Das *Stratum Malpighi* zeigt sich wie im vierten Monate, nur sind jetzt die unmittelbar an den Nagel stossenden Zellen etwas grösser, die tiefen mehr länglich und senkrecht stehend.

Von nun an verdickt sich der Nagel schnell. Am Ende des fünften Monats misst er, seine beiden Schichten zusammengenommen, schon 0,024''', in der Mitte des sechsten Monats 0,04'''. Zur letztern Zeit lässt sich derselbe schon ganz isoliren, ist fester als die Oberhaut, obschon immer noch weich, noch ohne freien Rand, vielmehr vorn von einem starken queren Wulst von Oberhaut (und des Nagelbettes?) eingefasst. Seine Hornschicht, welcher, mit Ausnahme des unmittelbar vor dem Falze gelegenen Theiles, nunmehr der Ueberzug von Oberhautzellen fehlt, misst 0,025''' und besteht aus mehreren Lagen polygonaler, meist etwas in die Länge gezogener, ziemlich fest verbundener Plättchen von 0,02—0,028''', die, abgesehen von einem blassen, ohne Reagentien oft kaum zu erkennenden Kerne in ihrem Aussehen ziemlich an die Plättchen des Oberhäutchens der Haare erinnern. Das *Stratum Malpighi* ist ebenfalls dicker als früher, nämlich von 0,024—0,03''', die Zellen der tiefern Lagen sind gerade wie die aus früheren Zeiten länglich und polygonal, 0,004''' lang, die der obern etwas grösser, bis zu 0,006''', mehr regelmässig fünf- oder sechseckig. — Das Nagelbett anbelangend, so sind die Leistchen desselben schon am Ende des vierten Monates angedeutet und im fünften recht schön 0,02—0,024''' hoch, 0,004—0,005''' breit und 0,008—0,014''' von einander abstehend, welche Grösse somit auch die Breite der Blätter des *Stratum Malpighi* bezeichnet. Im sechsten Monate sind dieselben noch etwas grösser und weiter von einander abstehend.

Beim Neugebornen ist der ganze Nagel am Körper 0,3—0,34''' dick, von denen 0,16''' auf die eigentliche Nagelsubstanz, 0,14—0,18''' auf das *Stratum Malpighi* kommen. Seine Elemente sind noch fast ganz wie im sechsten Monate und namentlich zeigen sich dieselben im eigentlichen Nagel auch ohne Reagentien noch ziemlich deutlich als länglich polygonale kernhaltige Plättchen von 0,02—0,028''', wie diess schon zum Theil

Schwann bemerkte. Bemerkenswerth ist der an allen Nägeln vorkommende, weit nach vorn ragende freie Rand. Derselbe ist bedeutend dünner und schmäler als der Nagelkörper und durch eine halbmondförmige Linie von demselben geschieden, vorn abgerundet, bis an 2‴ lang und offenbar nichts anderes als der Nagel aus einer frühern Zeit, der durch das im Laufe der Entwicklung eingetretene Längenwachsthum des Nagels nach vorn geschoben wurde. In der That entspricht derselbe auch in seiner Grösse so ziemlich einem Nagel aus dem sechsten Monate.

Ueber die Entwicklung des Nagels nach der Geburt kann ich nicht viel anführen. Bei einem Kinde von vier Monaten fand ich, ob durch Zufall, weiss ich nicht, den Daumennagel dünner als bei dem vorhin erwähnten Neugebornen 0,08—0,1‴ in seiner Hornschicht, 0,06‴ im *Stratum Malpighi* messend und die Leisten des Nagelbettes 0,04—0,048‴ hoch, mit Elementen wie bei diesem, jedoch ohne den langen freien Rand der Neugebornen; in der That geht der letztere bald nach der Geburt wenigstens einmal, nach *Weber* (pg. 195) selbst mehrmals, wahrscheinlich in Folge äusserer mechanischer Eingriffe, denen derselbe seiner Zartheit wegen nicht zu widerstehen im Stande ist, ab. Im sechsten und siebenten Monate nach der Geburt ist, wie ich finde, der Nagel, den die Kinder mit zur Welt bringen, ganz durch einen neuen ersetzt und im zweiten und dritten Jahre unterscheiden sich die Nagelplättchen in Nichts von denen des Erwachsenen und stimmen namentlich auch in der Grösse mit denselben überein, woraus hervorgeht, dass der Nagel ebenfalls weniger durch Vergrösserung seiner Elemente, als durch Ansatz neuer an seinen Rändern und von unten her sich vergrössert und verdickt.

§. 31.

Zur Untersuchung der Nagelzellen und Plättchen dienen vorzüglich feine Schnitte frischer Nägel mit und ohne Zuziehung von Reagentien, vor Allem Natron und Schwefelsäure, über deren Einwirkung das Wichtigste bereits gemeldet wurde. Behufs der Verhältnisse der einzelnen Nageltheile zu einander und zur Oberhaut muss man durch Maceration oder Kochen in Wasser *Cutis* und Nagel trennen. Man sieht alsdann, dass der Nagel mit der Oberhaut von dem Finger sich löst und erkennt auf Quer- und Längsschnitten die Art seiner Verbindung mit demselben. Auch das Nagelbett, seine Blätter und Leisten, der Nagelfalz, die Blätter am *Stratum Malpighi* des Nagels kommen auf diese Weise leicht zur Ansicht. Da feine Schnitte an einem solchen Nagel gerade an den wichtigsten Stellen, Rand und Wurzel, nicht leicht zu machen sind, so ist es auch noch nöthig, frische und mit der *Cutis* vom Knochen gelöste und getrock-

nete Nägel hierzu zu benutzen, welche dann alle wünschbare Aufklärung geben, indem auch die letzteren in Wasser wieder aufquellen und durch Essigsäure und Natron den Bau ihrer verschiedenen Schichten aufs Deutlichste offenbaren.

Literatur der Nägel.

B. S. Albinus, De ungue humano Anot. acad. Vol. II. Cap. XIV. und *De natura unguis. Ibid. Cap. XV.*

A. Cooper, Observations on the anatomy and the diseases of the nails, Lond. med. and Phys. Journal 1827.

A. Lauth, Sur la disposition des ongles et des poils, Mem. de la soc. d'hist. nat. de Strasbourg 1830. 4.

Besserer, Observat. de unguium anatomia et pathologia cum tabula. Bonn. 1834 *Diss. inaug.*

L. O. Lederer, De unguibus humanis. Berolini 1834 *Diss. inaug.*

Gurlt, Ueber die hornigen Gebilde des Menschen und der Haussäugethiere. M. Arch. 1836. pg. 262.

Th. Matecki, De ungue humano Diss. inaug. Vratislaviae 1837.

Tourtual in Müll. Archiv 1840, St. 240.

O. Kohlrausch, Recension von *Henle's* allgem. Anatomie in Göttinger Anzeigen 1843, St. 24.

Ausserdem vergleiche man *Krause's*, *Wilson's* und *Simon's* bei der Haut citirte Abhandlungen, die Jahresberichte von *Henle*, *Reichert* (besonders den von 1841), die allgemeinen Werke von *Weber-Hildebrandt, Schwann, Bruns, Henle, Valentin*, die Abbildungen von *Arnold Icon. org. sens.* Tab. XI. (Nageldurchschnitte bei geringer Vergrösserung), *Hassal* Pl. XXV, *Mulder* Fig. 95. *b* (Nagelplättchen), und *Wilson* Tab. II. Fig. 4—6 und Tab. I. Fig. 10—12.

III. Von den Haaren.

---

§. 32.

Die Haare, *Pili,* sind fadenförmige, in ihrem Bau der Hornschicht der Oberhaut verwandte Gebilde, die in besondern Einstülpungen der Haut, den Haarbälgen, wurzeln und fast über die ganze Oberfläche des Körpers sich verbreiten.

A. Von den Haaren im engern Sinne.

§. 33.

An jedem Haare (Taf. II. Fig. 1.) unterscheidet man den freien Theil, Schaft, *Scapus (a)*, von dem im Balge eingeschlossenen, der Wurzel, *Radix (b)*. Jener ist, da wo er aus der Haut hervortritt, am dicksten, verschmälert sich nach aussen allmälig immer mehr und endet mit einer oft ganz fein auslaufenden Spitze. In der Regel ist er bei schlichten Haaren gerade und rundlich, bei gelockten wellenförmig gebogen und etwas abgeplattet, bei krausen und wolligen Haaren spiralig gedreht und ganz platt oder leicht gerinnt. Die Wurzel ist immer gerade, ziemlich drehrund und, wenigstens in ihren unteren Theilen, weicher und dicker als der Schaft; sie endet bei lebenskräftigen Haaren mit einer noch weicheren, den Schaft 1½—3 mal an Dicke übertreffenden knopfförmigen Anschwellung, dem Haarknopf oder der Haarzwiebel, *Bulbus pili (c)*, die hutförmig auf einem papillenartigen Fortsatze des Balges, auf der Haarpapille, *Papilla pili (i)* (weniger passend *Pulpa sive Blastema pili,* Haarkeim genannt), aufsitzt oder, mit andern Worten, dieselbe in eine Aushöhlung ihrer Basis aufnimmt. In andern Fällen fehlt die Zwiebel und es endet die Wurzel unregelmässig zugespitzt oder abgeschnitten, wovon unten bei der Entwicklung der Haare mehr.

§. 34.

Vorkommen und Grösse der Haare. Die Haare sind, mit einziger Ausnahme der Handfläche und Fusssohle, des Rückens der dritten und oft auch der zweiten Phalanx der Finger und Zehen, der Lippen, der

Brustwarze, der *Glans Penis* und des *Praeputium*, über den ganzen Körper verbreitet, zeigen jedoch in Bezug auf Grösse und Zahl sehr bedeutende Verschiedenheiten je nach Ort, Individualität, Alter, Geschlecht und Raçe. Erstere anlangend, so lassen sich im Allgemeinen, wenn man von den vielen Uebergängen absehen will, dreierlei Varietäten derselben annehmen: 1) längere, weiche Haare von 1′—3′ und mehr Länge, 0,02—0,05‴ Dicke, 2) kurze, starre, dicke Haare von ¼—½″ Länge und 0,03—0,07‴ Dicke, 3) kurze, äusserst feine Haare, Wollhaare *(Lanugo)* von 1—6‴ Länge und 0,006—0,01‴ Dicke. Die erste Form findet sich, nicht überall in derselben Stärke und auch je nach der Farbe etwas im Durchmesser wechselnd, am Kopf, den Geschlechtstheilen, der Achselhöhle u. s. w. bei beiden Geschlechtern, beim Manne auch an Wangen, Kinn und Lippen, an der Brust und nicht selten auch anderwärts am Rumpf und an den Extremitäten; zur zweiten gehören die Haare am Eingange der Nasenhöhle *(Vibrissae)*, im äussern Gehörgang, die Augenwimpern (*Cilia*) und Augenbrauen, zur dritten endlich sind zu rechnen die Haare der noch nicht genannten Körperstellen, auch die der *Caruncula lacrymalis* und der *Labia minora*, an welch letzterem Orte nach *Henle* auch Härchen, jedoch, wie ich finde, nicht bei allen Individuen vorkommen, wobei zu bemerken ist, dass die Wollhaare der Beugeseite der Extremitäten und der Vorderfläche des Rumpfes im Allgemeinen zarter sind und dass im Gesicht die feinste *Lanugo* vorkommt.

Die Zahl der Haare auf einer bestimmten Fläche wechselt sehr, namentlich nach Alter, Geschlecht und Farbe der Haare. Nach *Withof* kommen auf eine Hautfläche von ¼ □″ 147 schwarze, 162 braune, 182 blonde Haare. Bei einem mittelmässig behaarten Manne fand derselbe auf ¼ □″ auf dem Scheitel 293, am Kinn 39, an der Scham 34, am Vorderarme 23, auf dem äussern Rande des Handrückens 19, auf der vordern Seite des Schenkels 13 Haare. Beim Manne finden sich nicht selten gedrängt stehende Haare an Brust, Schultern und Extremitäten. Spärlicher Haarwuchs, übergehend in gänzliche Kahlheit, zeigt sich mit dem Alter namentlich am Kopfe, doch auch an den Extremitäten hie und da aus inneren Ursachen, zum Theil auch sonst aus mechanischen Gründen, wie z. B. an den Händen.

Wer über die Verschiedenheiten der Stärke, Zahl und der Gestalt der Haare bei verschiedenen Menschenraçen Aufschluss wünscht, findet bei *Eble* und *Prichard* (*Natural history of man Lond.* 1845), zum Theil auch bei *Wilson* (l. c. pg. 80 sqq.) viele Angaben. Am bemerkenswerthesten ist die Bartlosigkeit oder Bartarmuth der meisten mongolischen und amerikanischen Völker, der über den ganzen Körper verbreitete

Haarwuchs bei den maldivischen Stämmen, der bei den Ainos, den Bewohnern der Kurilen, in so ausgezeichnetem Grade vorkommt, dass *La Peyrouse* sie das haarigste Volk der Erde nennt (*Prichard* l. c. pg. 227). Durch ungemeine Krausheit zeichnen sich die Kopfhaare bei den Negern und durch ungewöhnliche Länge bei einer Mischlingsraçe Südamerika's, den Cafusos, und bei den Papuas aus. Unter den caucasischen Völkern kommt ein starker Haarwuchs besonders den Juden, den Südeuropäern, ein spärlicher den Nordländern zu.

Die Haare stehen entweder einzeln oder je zu zweien oder dreien, selbst vieren und fünfen beisammen. Letzteres ist beim Fötus, wie *Eschricht* zuerst angegeben hat (l. c. pg. 43), Regel, kommt aber, wie ich wenigstens finde, in vielen Fällen auch beim Erwachsenen vor, doch allem Anscheine nach vorzüglich nur an Wollhaaren (nach *Eschricht* auch an den Schamhaaren), z. B. am Hals, am Hand- und Fussrücken, während die Kopfhaare, wie auch beim Embryo, nur vereinzelt zu treffen sind. Wie *Osiander* und namentlich *Eschricht* gelehrt, ist die Richtung der Haare und Haarbälge selten gerade, sondern schief und zwar an den verschiedenen Stellen des Körpers eine ganz bestimmte, was sich besonders leicht an den Haaren der Embryonen nachweisen lässt, jedoch auch beim Erwachsenen, obschon minder deutlich, sich kund gibt. Die Gesetzmässigkeit beruht darauf, dass die Haare in gebogenen Linien angeordnet sind, welche entweder nach bestimmten Puncten oder Linien zu convergiren oder von solchen nach zwei oder mehreren Richtungen divergiren, wodurch eine Menge Figuren entstehen, die man mit *Eschricht* als Ströme, Wirbel und Kreuze bezeichnen kann. Ströme mit convergirenden Haaren sind z. B. die Mittellinie des Rückens, der Brust, des Bauches, die Linie, die dem Schienbeinkamm entspricht u. s. w., solche mit Divergenz der Haare die Linie zwischen Brust und Bauch einerseits und dem Rücken anderseits u. s. w.; Wirbel und Kreuze mit divergirenden Haaren kommen in der Achselgrube, dem Scheitel, dem innern Augenwinkel, solche mit convergirenden Haaren am Ellbogen vor. Mit Bezug auf das Speciellere ist auf *Eschricht's* Abbildungen und Beschreibungen zu verweisen, wobei jedoch noch zu bemerken ist, dass auch in Betreff dieses Punctes mannigfaltige Variationen vorkommen und *Eschricht's* Zeichnungen nur eine derselben darstellen.

Der Durchmesser der Haare zeigt bei manchen Haaren nicht eine gleichmässige Zunahme nach der Wurzel, eine Abnahme nach der Spitze zu, so sind namentlich die Augenwimpern und Augenbrauen häufig am untersten Theile des Schaftes am dicksten und spitzen sich von da nach beiden Seiten zu. Manchmal finden sich im Verlaufe des Schaftes wirkliche Knötchen,

meist von dunklerer Farbe; die Spitze ist oft in zwei oder mehrere dünne Ausläufer gespalten oder, namentlich an Wollhaaren der Extremitäten, abgerundet und kaum verschmälert, wahrscheinlich in Folge eines Abbrechens der eigentlichen Spitze, wie man denn auch öfters die Spitze geknickt findet. An der Wurzel trifft man unmittelbar über der Zwiebel sehr häufig eine, selbst zwei eingeschnürte Stellen. Manchmal ist hier das Haar auch winklig gebogen (*Valentin*). Bei platten Haaren übertrifft die Breite die Dicke um $\frac{1}{3}$—$\frac{3}{5}$, so namentlich auch an den Kopfhaaren des Negers, worüber bei *E. H. Weber* Ausführlicheres zu finden ist. Ueber die Dicke der Haare an verschiedenen Localitäten und bei verschieden gefärbten Haaren vergleiche man *Wilson's* ausführliche Angaben (l. c. und *Henle* Jahresbericht von Canstatt 1848, pg. 33).

§. 35.

Aeussere Eigenschaften und chemische Zusammensetzung der Haare. Die Farbe der Haare geht vom Weissen durch alle Nüançen des Weissgelben, Röthlichgelben, Braungelben bis ins Rothe, Tiefbraune und selbst Schwarze, und mit den verschiedenen Färbungen hängen auch die verschiedenen Grade der Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit derselben zusammen. Bei Embryonen sind die Haare anfänglich meist fast ganz ungefärbt, wasserhell; sie färben sich ganz langsam nach und nach, so dass sie in der Jugend in der Regel heller sind als im mittleren Alter. Beim Erwachsenen sind die gewissermassen auf embryonaler Stufe stehengebliebenen Wollhaare ohne Ausnahme die blassesten, die längeren immer dunkler, am dunkelsten die Kopf-, Bart- und Schamhaare. Die längern Haare haben meist eine einander entsprechende Farbe, die bei Nordländern und hellen Menschenstämmen vorwiegend ins Helle, bei Südländern ins Dunkle spielt, jedoch auch abgesehen von dem Wohnsitz je nach Individualität und Volksstamm in allen möglichen Abstufungen variren kann, wobei jedoch wenigstens bei der caucasischen Raçe in der Regel eine Uebereinstimmung zwischen der Farbe der Haare und der der Augen und dem Teint der Haut sich zeigt. Im höheren Alter, auch wohl in mittleren Jahren, werden die Haare weiss und zwar bei uns die dunklen früher als die blonden. Bei Negern sind weisse Haare viel seltener als bei Europäern, während bei den Mandanen, einem nordamerikanischen Stamme, nach *Catlin* (*Prichard* l. c. pg. 401) je das 10te oder 12te Individuum von Jugend an ein silbergraues oder selbst ganz weisses Haar besitzt. Noch zweifelhafte Fälle von grünen und blauen Haaren, nicht durch Färben oder metallische Dämpfe, siehe bei *Eble* (Bd. 2, St. 60 Anm.); weiss und braun geringelte Haare beschrieb Karsch (*De capillitii humani coloribus Gryphisw.* 1847) und untersuchte *Simon* (l. c.).

Die Haare sind sehr elastisch, dehnen sich nach *Weber*, ohne zu zerreissen, bis nahe um ⅓ ihrer Länge aus und ziehen sich, wenn sie nur um ⅕ ausgedehnt wurden, wieder so vollkommen zusammen, dass sie nur $^1/_{17}$ ausgedehnt bleiben. Wenn sie trocken und warm sind, werden sie durch Reibung elektrisch, breiten sich aus und sprühen selbst beim Menschen unter Knistern Funken. Wenn man mit der Collectorplatte eines gewöhnlichen Condensators nur ganz leise einmal über die Kopfhaare streicht, so bewirkt die dem Bohnenberg'schen Elektrometer genäherte Platte schon eine starke Abweichung des Goldplättchens (*J. Müller Phys.* 3. Aufl. I. pg. 383). Uebrigens verhalten sich die Haare mit Bezug auf elektrische Erscheinungen im todten wie im lebenden Zustande gleich. Die Haare sind sehr hygroskopisch, bald trocken und spröde, bald feucht und weich, je nachdem sie viel oder wenig Flüssigkeit aus der Haut und der Atmosphäre aufgenommen haben. Je nach den verschiedenen Graden von Feuchtigkeit, die sie enthalten, sind sie länger oder kürzer, worauf sich ihre Anwendung zu Hygrometern gründet. Ein durch Kochen in Natronlösung von seinem Fett befreites Haar dehnt sich nach *Saussure* von der grössten Trockenheit bis zur grössten Feuchtigkeit um 0,024 — 0,025 seiner Länge aus. *Regnault* findet es besser, die Haare mit Aether zu entfetten und gibt zugleich an, dass einerlei Haare zwar nicht streng übereinstimmende, aber doch vergleichbare Resultate geben, vorausgesetzt, dass sie gleich zubereitet sind. Die Festigkeit der Haare ist trotz ihrer Dehnbarkeit bedeutend, und es tragen Kopfhaare wenigstens bis auf 12 Loth ohne zu reissen.

Die chemische Zusammensetzung der Haare ist trotz der trefflichen neuern Untersuchungen von *Scherer* (*Ann. der Chemie und Pharm.* Bd. XL. 1), *v. Laer* (l. c.) und *Mulder* (*Physiol. Chemie und Chemische Untersuchungen über das Protein, übers. von Völker*) noch nicht als hinlänglich aufgeklärt anzusehen und kann daher hier nur kurz besprochen werden. Die Hauptmasse des Haares besteht aus einer stickstoffhaltigen, in Alkalien unter Entwicklung von Ammoniak löslichen, in kochender concentrirter Essigsäure unlöslichen Substanz. *Scherer* und *v. Laer* betrachten dieselbe als eine Schwefelproteinverbindung und letzterer nimmt ausserdem noch eine dem Leime verwandte Zwischensubstanz in geringer Menge an, während *Scherer* einen zweiten von ihm gefundenen stickstoffhaltigen Körper als Zersetzungsproduct ansieht. *Mulder* läugnet in seiner ersten Abhandlung, gestützt auf chemische und mikroskopische Untersuchungen, die zweite Substanz *v. Laer's* und stellt für die erste eine Formel auf, welche sein Proteinbi- und trioxyd ausdrückt, in welcher O durch N^2 und S vertreten wird. In seiner

neuesten Schrift erklärt er die Substanz der Haare für Protein in Verbindung mit Sulphamid, von welchem in 100 Theilen 10 % sich finden sollen. Für den Mikroskopiker sind alle diese Angaben noch unvollständig, da bei denselben gar keine Rücksicht auf die verschiedenen Bestandtheile der Haare genommen ist. Schon die einfachen Reactionen unter dem Mikroskope zeigen, dass das Oberhäutchen einerseits und Rinde und Mark andrerseits gegen Alkalien sehr verschieden sich verhalten, ebenso auch die innere und äussere Wurzelscheide, und die Aufgabe der Chemie ist es daher, diese verschiedenen Stoffe von einander zu trennen und besonders zu analysiren. Ausser den stickstoffhaltigen Bestandtheilen führen die Haare, wie schon frühere Untersuchungen lehren, Fett in ziemlicher Menge, welches durch Kochen in Aether und Alkohol ausgezogen werden kann. Dasselbe bildet, wie es scheint, vorzüglich das Pigment des Haares, ist farblos in weissen, gelblich oder röthlich in blonden und rothen, dunkel in dunklen Haaren, soll jedoch nach *v. Laer* keine chemischen Verschiedenheiten darbieten. Von Horn und Epidermis unterscheiden sich die Haare nach *Mulder* besonders durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, eben dadurch auch von Eiweiss und Faserstoff. Der Fäulniss widerstehen die Haare besser als irgend ein anderer Theil des Körpers, so dass selbst Mumienhaare noch ganz unverändert gefunden werden; in Wasser lösen sie sich, ausser im Papinianischen Topfe, jedoch erst nach längerer Zeit, nicht auf und geben nach *Mulder* unter andern noch nicht bekannten Zersetzungsproducten auch ein rothes Extract. Verdünnte Schwefelsäure verwandelt die Haare in der Siedhitze in huminsaures Ammoniak und beim Kochen wird Ameisensäure frei; durch Salzsäure gehen sie in huminsaures Ammoniak und Salmiak, durch Salpetersäure in Xanthoproteinsäure über. Durch Metalloxyde färben sich die Haare gerade wie die Oberhaut, so z. B. werden sie schwarz durch Silber und Mangansalze, indem Schwefelmetalle entstehen, Chlor bleicht sie. Beim Erhitzen schmilzt das Haar und verbrennt leuchtend unter Horngeruch. Die Asche beträgt ungefähr 1—2 % und enthält Eisenoxyd (mehr in dunklen Haaren), Manganoxyd und Kieselerde (Spuren). Phosphorsaure Magnesia und schwefelsaure Thonerde fand *Jahn* in weissen Haaren, Kupfer soll nach *Laugin* in den grünlichen Haaren von Kupfer- und Messingarbeitern vorkommen.

§. 36.

Bezüglich auf den feinern Bau lassen sich an jedem Haare ohne Ausnahme zwei, an vielen selbst drei Substanzen unterscheiden: 1) die Rindensubstanz, besser Fasersubstanz, welche weitaus den

den bedeutendsten Theil des Haares ausmacht und seine Gestalt bedingt, 2) das Oberhäutchen, ein zarter äusserer Ueberzug der Fasersubstanz, 3) endlich die oft fehlende, im Centrum gelegene Marksubstanz.

§. 37.

Die Rinden- oder Fasersubstanz, *Substantia fibrosa s. corticalis*, ist längsstreifig, sehr oft dunkel punctirt und gestrichelt oder gefleckt, und, abgesehen von den weissen Haaren, wo sie durchscheinend ist, mehr oder minder intensiv gefärbt, welche Färbung bald durch die ganze Substanz ziemlich gleichmässig sich verbreitet, bald mehr auf gewisse längliche, granulirte Flecken sich concentrirt. Der feinere Bau der Haarrinde, die Bedeutung ihrer Flecken und Streifen kann nur mit Hülfe von Säuren und Alkalien, welche überhaupt bei der Erforschung der Haare eine Hauptrolle spielen und durch anderweitige Manipulationen hinreichend aufgeklärt werden. Behandelt man ein Haar in der Wärme mit concentrirter Schwefelsäure, so lässt sich seine Fasersubstanz viel leichter als vorher in platte, verschieden (gewöhnlich 0,002 bis 0,005‴) breite, lange Fasern zerlegen, die besonders durch ihre Starrheit und Brüchigkeit und ihre unregelmässigen, selbst zackigen Ränder und Enden sich auszeichnen und bei hellen Haaren eine helle, bei dunklen eine dunkle Färbung besitzen. Diese sogenannten Haarfasern sind aber noch nicht die Elemente der Rindensubstanz, vielmehr muss jede derselben als ein Aggregat von platten, mässig langen Faserzellen oder Plättchen angesehen werden, welche nach eindringlicher Behandlung eines Haares mit Schwefelsäure neben den Fasern in grosser Menge isolirt sich erhalten lassen. Dieselben (Fig. 25.), die am besten als Plättchen der Fasersubstanz oder Faserzellen der Rinde bezeichnet werden, sind platt und im Allgemeinen spindelförmig, 0,024—0,033‴ lang, 0,002—0,004‴ selbst 0,005‴ breit, 0,0012—0,0016‴ dick, mit unebenen Flächen und unregelmässigen Rändern und zeigen im Innern sehr häufig einen dunklern Streifen, von dem gleich weiter die Rede sein soll, unter gewissen Verhältnissen auch körniges Pigment; sonst sind sie homogen und lassen durchaus keine weiteren Elemente, wie z. B. Fibrillen, erkennen. Dieselben erscheinen der Länge nach fester mit einander verbunden als der Breite nach, daher auch die Rindensubstanz leicht in die langen, vorhin erwähnten Fasern sich spalten lässt, welche eben als nichts anderes, denn als eine Reihe von fest vereinten Haarplättchen zu denken sind. Die Fasern selbst, welche ich übrigens nicht gleichsam als zusammengesetzte Elemente der Rindensubstanz bezeichnen möchte, da ihre Elemente sich noch isoliren lassen und sie selbst viel zu unregelmässig sind, stellen,



ohne so deutliche Lamellen zu bilden, wie z. B. die Plättchen des Nagels und der Epidermis, indem sie von allen Seiten mit einander sich verbinden, ein compactes Faserbündel dar und erzeugen eben hierdurch die Rindensubstanz, die Hauptmasse des Haares.

Die dunklen Flecken und Pünktchen und die Streifen der Rinde sind nach *Reichert* Alle Lücken in derselben, nach meiner Ansicht von sehr verschiedener Natur und zwar vorzüglich 1) körniges Pigment, 2) mit Luft oder Flüssigkeit erfüllte Hohlräume und 3) Kerne. Die Flecken (Fig. 29.) sind, wie auch andere Autoren annehmen und wie besonders caustisches Kali und Natron lehren, die die Rindensubstanz ganz erweichen und aufquellen machen, ohne die Flecken anzugreifen, einem bedeutenden Theile nach nichts als Aggregate von Pigmentkörnchen, die in den Haarplättchen ihren Sitz haben. Die Form dieser Aggregate ist nur ausnahmsweise rund, häufiger länglichrund oder geschwänzt, meist spindel- oder linienförmig. Die Pigmentkörnchen, die sie bilden, die an mit Natron gekochten Haaren in grosser Zahl sich isoliren lassen, sind fast immer winzig klein, von 0,0002‴, selten grösser, meist kugelrund, seltener länglich, je nach der Farbe der Haare heller oder dunkler gefärbt und, wie *Donders* richtig bemerkt, mit lebhaftester Molecularbewegung begabt. Sie liegen in den Flecken, die sie zusammensetzen, gewöhnlich etwas zerstreut und spärlich, in manchen Fällen, besonders in schwarzen Haaren, aber auch so gedrängt und so zahlreich beisammen, dass ganz das Ansehen von Pigmentzellen entsteht

Fig. 25. Plättchen oder Faserzellen der Rindensubstanz eines mit S̈ behandelten Haares, 350 mal vergr. *A*. Isolirte Plättchen, 1 von der Fläche (3 einzelne, 2 verbundene), 2 von der Seite, *B*. eine aus vielen solchen Plättchen zusammengesetze Lamelle.

und man nicht mit Unrecht sagen kann, in solchen Haaren seien einzelne Plättchen fast ganz mit Pigment erfüllt. Die Grösse der Pigmentflecken ist sehr verschieden, in einem und demselben Haar wechseln lange und kurze, schmale und breite mit einander ab; die grossen haben nahezu die Länge und auch die Breite der Haarplättchen; nicht selten sind auch, namentlich in helleren und in ganz dunklen Haaren, die hier ungemein zahlreichen, dort spärlichen und auch undeutlichen Körnchen mehr gleichmässig durch die ganze Rinde zerstreut. In weissen Haaren fehlen diese Pigmentflecken gänzlich, in erblassenden und blonden Haaren sind sie bald spärlich vorhanden, bald gar nicht da, am zahlreichsten finden sie sich in dunklen Haaren, kommen jedoch auch hier unter sehr wechselnden Verhältnissen zahlreicher oder minder zahlreich vor.

Eine zweite Art von dunklen Flecken gleicht auf den ersten Blick den obenerwähnten Pigmentablagerungen sehr, ergibt sich jedoch bei der genauern Untersuchung als mit Luft erfüllte kleine Hohlräume. Am Besten studirt man dieselben in weissen Haaren, wo an eine Verwechslung derselben mit Pigment nicht zu denken ist. Hier sieht man (Taf. II. Fig. 3. *A*) durch die ganze Rindensubstanz runde Pünctchen von 0,0004 bis 0,0008''' oder längliche Strichelchen von 0,001—0,004''' und 0,0004 bis 0,0008''' Breite, welche, bald spärlicher bald zahlreicher, unregelmässig linienförmig aufgereiht der Längsaxe des Haares parallel verlaufen. Dieselben fallen durch ihre dunklen Contouren und etwas lichtere Mitte beim ersten Blicke auf und erinnern an Fettkörnchen, für welche ich dieselben auch lange Zeit hielt, sind jedoch nichts als mit Luft gefüllte, winzig kleine Hohlräume, analog den Lufträumen im Marke (siehe unten). Wenn man nämlich ein weisses Haar mit Wasser, Aether oder Terpentinöl kocht oder auch einige Zeit in der Kälte mit Wasser oder Aether behandelt und dann gleich unter der Flüssigkeit untersucht, so findet man, gerade wie die Luft im Marke, so auch die dunklen Pünctchen und Strichelchen der Rinde verschwunden und durch gleich gelagerte und eben so grosse, jedoch nicht immer deutlich wahrzunehmende helle, leicht glänzende, durchscheinende Fleckchen ersetzt (Taf. II. Fig. 3. *B*). Trocknet man ein solches Haar, so sind im Nu, wie die Luft im Marke, auch die dunklen Körperchen wieder da, und so kann man nach Belieben, so oft man will, dieselben verschwinden und wieder hervortreten lassen. Nimmt man nun noch hinzu, dass die fraglichen Körperchen im dunklen Zustande bei auffallendem Lichte ebenso silberweiss und glänzend aussehen (d. h. die grössern unter denselben, denn die kleinern sind wenigstens bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung bei auffallendem Lichte nicht sichtbar), wie der mit Luft gefüllte Markcylinder, so wird man meinen Schluss gewiss gerechtfertigt

finden, dass dieselben mit Luft erfüllte, für sich abgeschlossene winzig kleine Hohlräume sind. Diese Lufträume oder Vacuolen der Rinde kommen nicht blos in weissen, sondern ebenso exquisit, ja in vielen Fällen bedeutend grösser, spindelförmig und namentlich um das Mark herum zahlreich, auch in blonden, hellbraunen, hellrothen Haaren vor und zeigen auch hier die eben beschriebenen Veränderungen bei Zusätzen von Flüssigkeiten; in ganz dunklen Haaren dagegen habe ich sie noch nicht mit Bestimmtheit gesehen; es ist wohl möglich, dass sie auch hier sich finden, da jedoch die zahlreichen Pigmentkörnchen eine Verwechselung sehr leicht möglich machen und auch die verschiedenen Reagentien keinen weitern Aufschluss geben, so muss ich diesen Punct vorläufig unentschieden lassen, um so mehr, da es auch nahe liegt anzunehmen, es vertrete hier das reichliche Pigment ihre Stelle in den Haarplättchen. Noch verdient alle Berücksichtigung, dass die beschriebenen Hohlräume in den untersten Theilen des Haares keine Luft enthalten, obschon sie in einiger Entfernung von der Zwiebel schon deutlich sind. Die Luft tritt erst in den oberen Theilen der Wurzel oder im Schafte auf, ist aber auch von hier an, wie mir schien, durchaus nicht in allen Haaren in gleicher Menge vorhanden, indem die einen derselben sehr viele Lufträume, andere weniger besitzen. Dies mag in vielen Fällen davon herrühren, dass die relative Zahl der Lufträume in verschiedenen Haaren eine verschiedene ist, in andern aber auch gewiss in einer variablen Füllung derselben bedingt sein, indem nicht selten neben lufthaltigen Hohlräumen auch solche mit Flüssigkeit sich vorfinden, die nicht durch die Untersuchungsmethode erzeugt wurden. Am constantesten ist die Füllung mit Luft in der Nähe des selbst lufthaltigen Markes, weiter nach aussen gegen das Oberhäutchen zu werden die Hohlräume dagegen häufig blass und enthalten offenbar eine klare Flüssigkeit, über deren Natur begreiflicher Weise nichts weiter ausgesagt werden kann.

Fragen wir nach der anatomischen Bedeutung dieser Vacuolen der Rinde, so ist die Antwort schwierig. Ich beschränke mich darauf zu bemerken, dass die lufthaltigen Hohlräume auch an isolirten Haarfasern gesehen werden und dass ich dieselben nicht für Spalten zwischen den Haarplättchen, analog den Spalten der äussern Wurzelscheide, sondern für Reste der ursprünglichen Zellenhöhlen derselben halte und der Ansicht bin, dass, wenn dieselben klein sind, oft mehrere derselben in einem Haarplättchen liegen.

Endlich kommen drittens in der Rinde noch mässig dunkle schmale Streifen oder Linien vor, deren Deutung etwas schwieriger ist. Dieselben fallen in dunklen Haaren gewöhnlich mit den Pigmentflecken in der

Weise zusammen, dass die Streifen die Enden der Flecken bilden oder wie eine Axe durch dieselben ziehen; ebenso erscheinen sie in weissen und hellen Haaren nicht selten wie Verlängerungen der Lufträume. Doch kommen dieselben in beiderlei Haaren auch selbstständig für sich und wie überhaupt in verschiedener Zahl und von ungleicher Deutlichkeit vor. So sind dieselben in weissen Haaren (Taf. II. Fig. 3.) oft gar nicht zu sehen oder nur als äusserst zarte, mehr oder weniger parallele Linien angedeutet, während sie in marklosen blonden oder hellbraunen Haaren meist am schönsten und deutlichsten sich zeigen in Gestalt spindelförmiger, sehr schmaler, mässig dunkler Striche, die bald parallel verlaufen, bald wie aneinander stossen und die Haarrinde in schmale längliche Felder eintheilen (Fig. 25. *B*). Ich nun halte diese Streifen einmal für den Ausdruck der Zusammensetzung des Haares aus den oben beschriebenen Faserzellen, mit andern Worten für die Grenzlinien der einzelnen Elemente der Rinde, und glaube zweitens auch, dass sie durch die Unebenheiten der Oberfläche der Haarplättchen (siehe Fig. 25. *A*) und die durchscheinenden Kerne in denselben hervorgebracht werden. Es enthalten nämlich auch im Schafte des Haares die Rindenplättchen Alle Kerne. Am Besten studirt man dieselben in weissen Haaren (Fig. 26.), die man kurze Zeit, bis die Haare sich zusammenkrümmen, mit Natron gekocht hat. Hier zeigt sich bei der Compression und beim Zerzupfen der ganz weich gewordenen Rinde, dass viele Streifen nicht etwa Lücken in oder zwischen den Haarplättchen, sondern besondere längliche Körperchen sind, die in grosser Menge gleichmässig durch die Corticalsubstanz sich verbreiten und mit ihrer Längsaxe ohne Ausnahme derjenigen des Haares parallel liegen (Fig. 26. *A b*). Durch Zerreiben der weich gewordenen Haare lassen sich dieselben leicht isoliren und ergeben sich, wie es jedoch auch schon vorher deutlich war, als stabförmige, vorn und hinten zugespitzte Körperchen

Fig. 26.

Fig. 26. *A*. Ein Stück eines weissen Haares nach Behandlung mit Natron 350 mal vergr., *a*. kernhaltige Zellen des Markes ohne Luft, *b*. Rindensubstanz mit feiner Faserung und hervorgetretenen linienförmigen Kernen, *c*. Oberhäutchen mit stärker als gewöhnlich abstehenden Plättchen. *B*. Drei isolirte linienförmige Kerne aus der Rinde.

von 0,01 — 0,016‴ Länge und 0,0005 — 0,0012‴ Breite (Fig. 26. *B*), mit andern Worten als lange spindelförmige Kerne. In dunklen Haaren finden sich diese Kerne ebenfalls vor, sind jedoch weniger leicht zur Anschauung zu bringen, da sie meist von den Pigmentkörnchen verdeckt sind. In einigen Fällen habe ich dieselben hier selbst ganz vermisst, woran jedoch auch eine zu lange Behandlung der Haare mit Natron Schuld gewesen sein konnte, da diese Kerne, was ich zu beachten bitte, wie Kerne überhaupt, durch längere Einwirkung von Alkalien zerstört werden. Die Streifen, welche von Unebenheiten der Oberfläche der Rindenplättchen erzeugt werden, verschwinden wie diejenigen, die ich als Ausdruck der Grenzen zwischen den Haarfasern und Haarplättchen bezeichnete, selbst nach eindringlicher Behandlung der Rinde mit Alkalien nicht leicht, machen jedoch schliesslich einem feinfaserigen Wesen Platz; sie lassen sich nicht isoliren, zeigen sich aber auch an den durch Schwefelsäure für sich erhaltenen Stückchen der Rinde und selbst an einzelnen von deren Elementen (Fig. 25) sehr deutlich.

Die bisher gegebene Schilderung der Rinde galt vorzüglich von dem Haarschaft. An der Haarwurzel finden sich, so lange dieselbe noch fest und spröde ist, im Wesentlichen dieselben Verhältnisse und erst in ihrer unteren Hälfte, wo sie allmälig weicher wird, ändert sich der Bau der Rinde nach und nach. Hier nämlich werden die oben geschilderten Plättchen zuerst weicher und gestalten sich immer deutlicher als längliche Zellen (Fig. 27.) von 0,020—0,024‴ Länge und 0,009—0,011‴ Breite, deren stabförmige, gerade oder geschlängelte Kerne von 0,008—0,01‴ bei Essigsäurezusatz äusserst kenntlich werden und auch leicht sich isoliren lassen. Dann gehen, indem auch der faserige Bau sich immer mehr verliert, die weichen und schon verkürzten Plättchen in länglichrunde Zellen mit kurzen Kernen über, die endlich in die Elemente des untersten dicksten Theiles des Haares, des Haarknopfes oder der Zwiebel, ohne Unterbrechung sich fortsetzen. Diese (Fig. 28. Taf. II. Fig. 1. *m*) sind nichts anderes als runde Zellen von 0,003 — 0,006‴, die dicht gedrängt beisammen liegen, und, ähnlich den Zellen der Schleimschicht der Epidermis, bald nur farblose Körnchen führen, bald

Fig. 27.

Fig. 28.

a

b

Fig. 27. Zwei Zellen aus der Rinde der Haarwurzel (dem feinstreifigen Theile derselben dicht über der Zwiebel) mit deutlichen Kernen und streifigem Ansehen, 350 mal vergrössert.

Fig. 28. Zellen aus dem tiefsten Theile der Haarzwiebel 350 mal vergr., *a*. aus einer gefärbten Zwiebel mit Pigmentkörnern und etwas verdecktem Kern, *b*. von einem weissen Haar mit deutlichem Kern und wenig Körnchen.

mit dunklen Pigmentkörnchen so vollgepfropft sind, dass sie zu wahren Pigmentzellen werden. Auch freie Kerne sind unter diesen Zellen, jedoch immer nur an den Rändern der Zwiebel zu treffen und zwar so spärlich, und im Ganzen genommen so selten, dass ich für mich überzeugt bin, dass dieselben alle aus Zellen stammen, die in Folge des mechanischen Eingriffes beim Ausreissen des zu untersuchenden Haares frei geworden sind, um so mehr, als sie nicht selten noch deutliche Reste der zerstörten Zellen um sich herum tragen und bei Untersuchung eines Haares in seinem Balge drin sich nicht zeigen. — Noch ist zu erwähnen, dass an der untern Hälfte der Wurzel auch das chemische Verhalten der Elemente der Rinde sich ändert, indem dieselben gegen Essigsäure, die die Plättchen des Schaftes durchaus nicht angreift, immer empfindlicher werden und auch in Alkalien viel schneller als im Schafte aufquellen und sich lösen.

Bezüglich auf die Farbe der Rindensubstanz ist zu bemerken, dass dieselbe einmal von den Pigmentflecken, dann von den Lufträumen und drittens von einem diffusen, mit der Substanz der Rindenplättchen verbundenen Farbstoffe herrührt. Ersterer oder das körnige Pigment zeigt alle Nüançen von Hellgelb durch Roth und Braun bis Schwarz und ist in Bezug auf sein Vorkommen schon besprochen; das diffuse fehlt in weissen Haaren gänzlich, ist in hellblonden spärlich, am reichlichsten in dunkelblonden und rothen, sowie in dunklen Haaren vorhanden, in denen es für sich allein eine intensiv rothe oder braune Farbe bedingen kann. Auf Rechnung dieser beiden Pigmente vorzüglich kommt die Farbe der Rinde, da der Antheil der bei auffallendem Lichte silberweissen, bei durchfallendem undurchsichtigen dunklen Lufträume in derselben, nur wenn dieselben sehr zahlreich oder besonders gross sind, in Anschlag gebracht werden kann; doch ist meist bald das eine, bald das andere vorwiegend, und möchten nur in ganz lichten und intensiv dunklen Haaren beide ungefähr gleichmässig entwickelt sein.

Bezüglich auf den Bau der Fasersubstanz des Haares herrschen unter den Mikroskopikern sehr verschiedene Ansichten. Die von mir vertheidigte Annahme von kurzen spindelförmigen Plättchen in derselben, die aus Zellen sich entwickeln und mehr oder weniger modificirte Zellen sind, ist schon von *Bruns*, *Valentin*, *Kohlrausch*, *Todd* und *Bowman*, *Bendz* u. A. mit grösserer oder geringerer Bestimmtheit aufgestellt worden und stützt sich besonders auf die Untersuchung mit Säuren behandelter Haare, dann auf den Nachweis, dass nicht blos die Zwiebel, von der wir dies durch *Henle* wissen, sondern auch der Haarschaft in seiner Rinde längliche Kerne enthält und dass hier auch sehr häufig Ansammlungen von Pigment und Luft in Räumen, die offenbar modificirte Zellenhöhlen sind, vorkommen. Auch ich nehme an, dass diese Rindenplättchen sehr fest

miteinander verbunden sind, kann mich aber doch nicht entschliessen, mit manchen Autoren die oben erwähnten Haarfasern oder mit *Reichert* homogene Membranen mit Lücken, eine Art geschichtetes Fasernetz, als letzte Elemente der Rinde zu betrachten, weil eben die Plättchen, die auch *Reichert* anfänglich annimmt, sich noch von einander isoliren lassen, ihre Grenzlinien (Streifung der Rinde) oft deutlich zeigen und durch die Anwesenheit von Kernen und von besonderem Inhalt ihre noch theilweise erhaltene Selbständigkeit beurkunden. Die Haarrinde verhält sich demnach meiner Meinung nach analog der eigentlichen Nagelsubstanz und enthält zwar fest verbundene, aber doch nicht verschmolzene Elementartheile. Fibrillen, die von verschiedenen Autoren, *Bidder*, *Krause*, *Donders*, *Moleschott* und *Hassall*, beschrieben werden, und aus denen einige die Plättchen bestehen lassen, habe ich nicht finden können. Vielleicht sind Ausläufer oder Streifen der Plättchen oder künstlich erzeugte Bruchstücke derselben für solche genommen worden. Auch die feine Streifung, die bei Zusatz von Alkalien in der Rinde entsteht und der Auflösung derselben vorangeht, könnte eine Täuschung veranlassen, ebenso die schmalen langen Kerne, wie denn auch in der That die Abbildung von *Donders* und *Moleschott* (bei *Mulder* Fig. 112. *b*) täuschend einem der letzteren ähnlich sieht.

Einige Autoren sprechen von Lücken in der Rinde, so *Reichert* und *Laer*. Nach Ersterem, auch nach *Jäsche*, ist die ganze Rinde eigentlich ein Fasernetz mit Schichtenbilung und länglichen Spalten, welche durch Resorbtion in den von den Bildungszellen der Rinde ursprünglich gebildeten homogenen Membranen entstanden sein sollen. Da *Reichert* die Pigmentflecken der Rinde und die Kerne derselben nicht kennt, ja dieselben läugnet (*Müll. Archiv* 1841, pg. CLXXVIII) und auch von den Lufträumen derselben nichts weiss, so ist schwer zu sagen, was er eigentlich unter seinen Spalten versteht. Wahrscheinlich hat er die wirklichen Hohlräume der Rinde gesehen, ohne zu wissen, dass sie meist Luft führen, aber auch die andern Streifen, die die Kerne, Pigmentflecken und Grenzlinien der Plättchen bewirken, für solche gehalten. *Laer* spricht von Kanälen in der Rinde, die das die Haare fettig erhaltende Fluidum enthalten und von Oeffnungen, an denen man durch Druck Verengerung und den Heraustritt eines ölartigen Fluidum wahrnehme. Was hierunter gemeint ist, weiss ich nicht. Von Kanälen in der Rinde habe ich nichts gesehen und von Oeffnungen an der Oberfläche am Oberhäutchen oder unter demselben noch weniger. Meine luftführenden Hohlräume kommen durch die ganze Rinde, jedoch ohne Zusammenhang unter sich, vor, sind demnach, wenn etwa *Laer* sie gemeint haben sollte, nicht Oeffnungen oder Kanäle, sondern geschlossene Räume, die, wie oben auseinandergesetzt wurde, in den meisten Haaren, wo sie vorkommen, Luft, in einigen aber auch ein helles Fluidum führen, niemals aber freies Fett oder Oel. Sonst kenne ich keine Hohlräume oder Lücken in der Rinde, wenn man nicht diejenigen, die Pigmentkörnchen enthalten, hierher rechnen will. Die blassen länglichen Streifen, die besonders in weissen und hellen Haaren so deutlich sind und die *Reichert* besonders für Spalten genommen zu haben scheint, kann ich nicht so deuten, vielmehr halte ich dieselben, wie angegeben, für

Kerne und Grenzlinien der Plättchen, zum Theil auch für Unebenheiten der Oberfläche der letztern.

Die Haarzwiebel, an der die drei Substanzen der Haare in eine gleichförmige Zellenmasse übergehen (siehe auch die folgenden §§.), wird besser nicht als ein besonderer Theil für sich beschrieben. Ihr zelliger Bau ist in den neuesten Zeiten allgemein anerkannt, doch nehmen Manche auch normal freie Kerne in ihr an, aus denen sie dann die Haarzellen sich bilden lassen, womit ich, wie oben bemerkt, nicht einverstanden bin, indem ich hier, wie bei der tiefsten Lage der Schleimschicht der Oberhaut, bei Anwendung der gehörigen Cautelen nur Zellen finde. An dunklen Haaren ist die Zwiebel meist, jedoch nicht immer pigmentirt, an blonden sehr oft hell, an weissen wohl immer farblos. Bei allen Haaren findet sich, worauf *Reichert* zuerst aufmerksam gemacht hat, etwas über der Zwiebel eine hellere, feinfaserige, noch weiche Stelle (Taf. II. Fig. 1. in der Höhe von *g*, Fig. 2. *d*), die besonders an weissen Haaren deutlich ist und durch Wasser intensiv weiss wird, während die darüber und darunter gelegenen Theile durchsichtig sind und bleiben. Was dieses eigenthümliche Verhalten bedingt, ist annoch zweifelhaft, denn *Reichert's* Ansicht (l. c. p. CLXXXI.), dass dasselbe von entstehenden dunklen Längsspalten herrühre, wird nach dem, was ich über die Lücken und den Bau des Haares bemerkt habe, wohl keine Anhänger finden; nur so viel ist sicher, dass an dieser Stelle vorzüglich die Bildung der eigentlichen Haarplättchen beginnt. Untersucht man dieselbe genauer, so zeigt sich, dass sie durch Essigsäure wieder ziemlich durchsichtig wird und auch etwas aufquillt, und zugleich findet man, dass die, wie schon *Henle* meldet, mit den Kernen häufig sich loslösenden länglichen Zellen oder Plättchen (Fig. 27.) eine ziemlich leichte, etwas unregelmässige Längsstreifung besitzen, und hierdurch von den, obschon ebenfalls leicht streifigen, doch mehr homogenen Plättchen der wirklichen starren Haarrinde sich unterscheiden. Was diese feinen Streifen sind, weiss ich nicht bestimmt; auf den ersten Blick gleichen sie sehr feinen Fibrillen und mögen auch vielleicht noch am ehesten zu der oben erwähnten Annahme von sehr feinen Haarfibrillen Veranlassung gegeben haben, allein eine genauere Betrachtung derselben lehrt denn doch, dass dem nicht so sein kann, da sie nie isolirt sich zeigen und auch sehr unregelmässig sind. Ich halte sie für Unebenheiten der Oberfläche der Haarplättchen, gleichsam für Runzeln oder Falten derselben und glaube auf jeden Fall, dass sie durch ihre grosse Zahl — die, beiläufig gesagt, viel bedeutender ist als die der Lufträume der fertigen Rinde, wesshalb sie auch, abgesehen davon, dass sie auch an isolirten Plättchen sich zeigen, nicht für Spalten angesehen werden können — das weissliche Ansehen der fraglichen Stelle erzeugen. Vielleicht entstehen diese Falten der Haarplättchen ganz mechanisch, weil gerade an der Stelle derselben der Haarbalg, der an der Zwiebel ganz geräumig ist, auf einmal sich einschnürt (Taf. II. Fig. 1. 2.) und der Ausdehnung der bedeutend an Grösse und Breite zunehmenden Elemente der Rinde Hindernisse setzt. Wenn dem so wäre, könnte man das Verschwinden der Streifung höher oben auf Rechnung des später überwiegenden Längenwachsthumes und der auch factisch nachzuweisenden gleichzeitigen Verschmälerung (siehe die im §. angegebenen Breiten-

durchmesser der Plättchen im Schaft und der Zwiebel) der Plättchen setzen.

Noch erwähne ich, dass, obschon die Rinde des Haares in Alkalien sehr bedeutend aufquillt, eine Umwandlung der Elemente derselben in Bläschen, wie sie beim Nagel und der Epidermis vorkömmt, sich nicht beobachten lässt.

§. 38.

Die **Marksubstanz**, *Substantia medullaris*, ist ein in der Axe des Haares von der Gegend über der Zwiebel an bis nahe an die Spitze ziehender Streif oder Strang (Taf. II. Fig. 1. Figg. 26. 29.), der im Allgemeinen in den Wollhaaren und gefärbten Kopfhaaren häufig fehlt (Taf. II. Fig. 2.), in den dicken kurzen und stärkeren langen Haaren, sowie in weissen Kopfhaaren meist vorhanden ist. Derselbe besteht einfach aus einer einzigen oder meist mehrfachen geraden Reihe im Centrum der Rindensubstanz hintereinanderliegender Zellen und ist keine mit einer besondern zusammenhängenden Substanz erfüllte einfache Höhlung, wie früher manche glaubten, noch ein Kanal mit besondern Wandungen, der, wie *Reichert* bei Schweineembryonen gefunden haben will, sogar korkzieherförmig gewunden verläuft.

Am passendsten studirt man die Marksubstanz in weissen Kopfhaaren und in blonden oder hellrothen Barthaaren. In erstern erscheint sie im Schaft bei durchfallendem Licht als ein schwarzer, bei Beleuchtung von oben als ein silberweisser, von zwei parallelen, jedoch leicht wellenförmig verlaufenden Linien begrenzter Streif, der bald ganz gleichmässig dunkel ist (Taf. II. Fig. 3. *A*), bald ein körniges Ansehen und wie helle Zwischenwände darbietet, wie wenn derselbe aus hintereinanderliegenden rundlicheckigen granulirten Zellen bestände (Fig. 29.

Fig. 29.

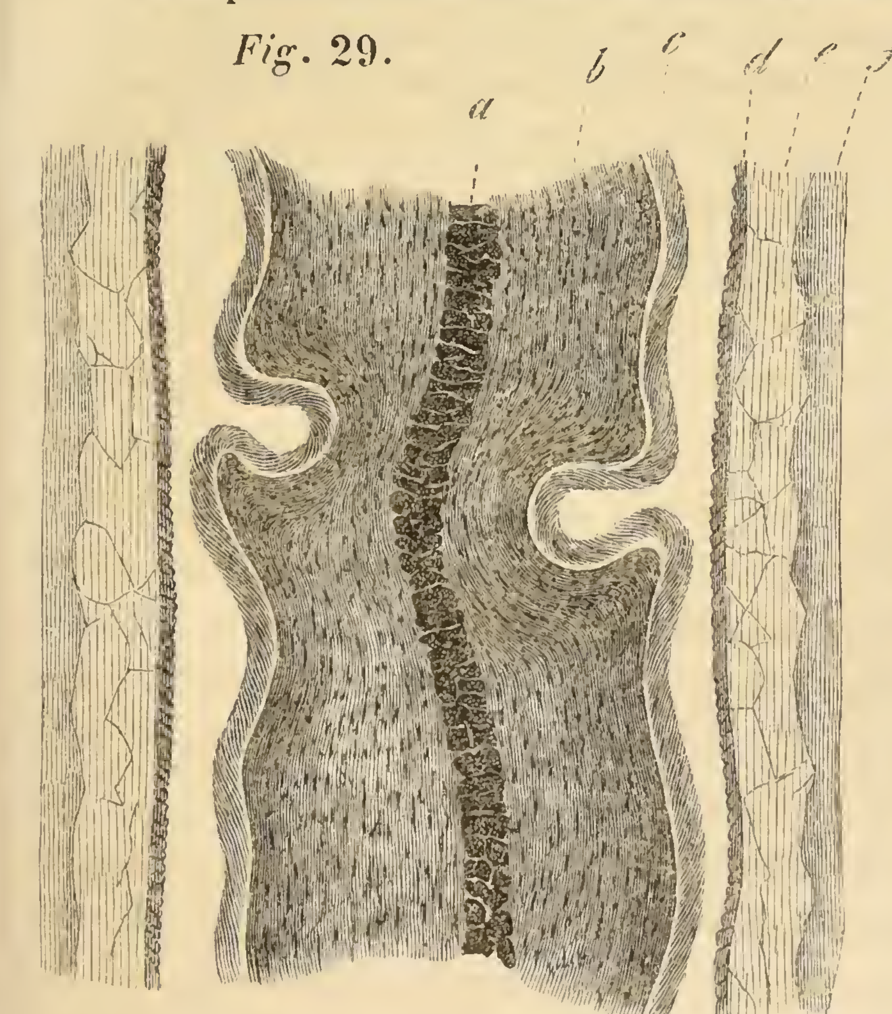


Fig. 29. Ein Theil der Wurzel eines dunklen Haares, leicht mit Natron behandelt, 350 mal vergr. *a*. Mark, noch lufthaltig und mit ziemlich deutlich hervortretenden Zellen, *b*. Rinde mit Pigmentflecken, *c*. innere Lage des Oberhäutchens, *d*. äussere Lage desselben, *e*. innere Lage der innern Wurzelscheide (*Huxley*'s-Schicht), *f*. äussere durchlöcherte Lage derselben (*Henle*'s-Schicht).

von einem dunklen Haar). Verfolgt man diesen Strang durch das ganze Haar, so findet man constant, dass er mit dem Haar gegen die Spitze zu sich verschmälert und in etwelcher Entfernung von derselben (vorausgesetzt, dass es eine natürliche Spitze ist), nachdem er meist unregelmässig geworden und namentlich einzelne Unterbrechungen erfahren, aufhört. Auf der andern Seite geht das Mark aus dem Schafte auch in die Wurzel und bleibt bis gegen die feinfaserige Stelle so ziemlich gleich (Taf. II. Fig. 1. *a*), nur dass allmälig seine Zusammensetzung aus rundlich viereckigen Theilchen (Zellen) deutlicher wird, hier jedoch nimmt dasselbe rasch eine immer blassere Färbung an und wird bald durchscheinend und zugleich deutlich zellig (Taf. II. Fig. 1. *r*). So setzt sich dasselbe bis nahe an die Zwiebel fort, wo es sich endlich verliert und mit seinen Elementen in die runden Zellen derselben übergeht.

Die Elemente dieses Markcylinders, die Markzellen, sind zwar, wie schon erwähnt, andeutungsweise auch ohne weitere Behandlung des Haares mehr oder weniger deutlich zu erkennen, lassen sich jedoch nur durch Alkalien und anderweitige Reagentien in ihren genaueren Verhältnissen erforschen. Kocht man weisse Haare mit kaustischem Natron bis sie aufquellen und sich zusammenkrümmen, so lässt sich oft schon ohne weiteres durch einfache Compression des weichen Haares die zellige Zusammensetzung des bei durchfallendem Lichte durchscheinend gewordenen Markes erkennen (Fig. 26 *a*); zerzupft man ein solches Haar sorgfältig, so gelingt es sehr leicht, die Markzellen zu mehreren reihenweise verbunden und selbst ganz für sich zu isoliren (Fig. 30). Es sind dieselben rechteckige oder viereckige, seltener mehr rundliche oder spindelförmige Zellen von 0,007—0,01''' Durchmesser, mit einem rundlichen, in vielen Fällen, wo das Alkali nicht zu sehr eingewirkt hat, deutlich sichtbaren hellen Fleck von 0,0016—0,003''', welcher offenbar ein Kernrudiment darstellt und durch Natron selbst etwas aufzuquellen scheint.

Fig. 30.

Frägt man nach dem Inhalte dieser das Mark zusammensetzenden Zellen, so muss man zwischen dem, was sie im frischen Zustande und nach der Behandlung mit Alkalien darbieten, wohl unterscheiden. Im letzteren Falle sind die Zellen durchscheinend, mit einzelnen kleineren oder grösseren graulichen Körnchen von höchstens 0,002''', die hie und da leicht dunkle Ränder haben und wie Fett aussehen und einer hellen Flüssigkeit. Ganz anders im frischen Haar. Hier ist das Mark im Schafte silberweiss oder dunkel, welches Ansehen, wie viele günstigere Objecte

Fig. 30. Acht Markzellen mit blassen Kernen und fettartigen Körnchen aus einem mit Natron behandelten Haar, 350 mal vergr.

lehren, von rundlicheckigen, je nach der Beleuchtung schwarzen (undurchsichtigen) oder weissen glänzenden Körnchen von ziemlich gleichmässiger, jedoch je nach den Haaren wechselnder Grösse von 0,0002—0,002‴ erzeugt wird, die in grosser Menge die Markzellen erfüllen (Fig. 29). Frägt man nach der Bedeutung dieser Körner, so erhält man von fast allen Autoren den Aufschluss, dass dieselben Fett oder, in farbigen Haaren, Pigment sind. Diese Ansicht, welche zwar scheinbar durch die Aehnlichkeit des Markes im Ansehen mit den fetthaltigen Zellen der Talg- und Meibomschen Drüsen und durch das Erblassen desselben in Alkalien unterstützt wird, und der ich selbst früher zugethan war, ist jedoch eine ganz irrige. Das Mark und die Markzellen enthalten vielmehr Luft, und Luftbläschen sind es, die ihnen das granulirte dunkle oder silberweisse Ansehen ertheilen. Hievon überzeugt man sich, so unglaublich auch die Sache anfangs scheinen mag, leicht. Legt man ein frisch abgeschnittenes weisses Haar in Terpentinöl, so sieht man wie das Mark desselben von der Schnittfläche aus durch Eindringen des Oeles langsam in einer kurzen Strecke von 0,02—0,06‴ ganz durchscheinend und hell wird und bei genauem geduldigem Zusehen gewahrt man leicht, wie ein dunkles Korn nach dem andern schmilzt oder verschwindet, je weiter die Flüssigkeit dringt, fast in derselben Weise, wie durch dasselbe Oel die Luft aus Knochenkörperchen verdrängt wird. Nimmt man ganz kleine Schnittchen eines solchen Haares, so wird das Mark von beiden Enden aus leicht ganz durchscheinend, und so könnte man, wenn man sich die Mühe dazu nähme, die Luft aus dem ganzen Haare austreiben. Zerzupft man ein Haar unter Terpentinöl, so wird das Mark ebenfalls, so weit es frei gelegt wurde, unter Auflösung der dunklen glänzenden Körner farblos und durchscheinend, und dasselbe geschieht an Stellen, wo die Rinde zufällig durch die Präparation gerissen ist. Schon dies möchte hinreichen, um die Existenz von Luft in Gestalt kleiner Bläschen in den Markzellen zu beweisen, es lassen sich aber noch andere, wenn auch nicht bessere, doch überzeugendere Beweise hierfür geben. Legt man weisse Haare in Aether oder Wasser oder kocht man solche in diesen Flüssigkeiten und untersucht sie unter Wasser, so findet man das Mark graulich durchscheinend, nicht so hell wie nach Einwirkung von Terpentinöl, jedoch ohne sein früheres schwarzes oder silberweisses Ansehen. Trocknet man ein solches Haar zwischen zwei Fingern, so nimmt es rasch, oft im Nu, statt seines bisherigen durchscheinenden Ansehens, auch für das blosse Auge sichtbar, seine alte weisse Farbe wieder an, und legt man es gleich nach dem Abtrocknen ohne Flüssigkeit oder nur mit einem Ende in solcher unter das Mikroskop, so ist nichts leichter als den Wiedereintritt

der Luft und das Wiederdunkelwerden des Markes auch so zu sehen. Es ist wirklich ein ganz ergötzliches Schauspiel, das bald rasche, bald langsame, ruck- oder stromweise Fortschreiten der eindringenden Luft zu beobachten. Hier erfüllt sie mit Blitzesschnelligkeit das ganze Mark, so dass man ihr nicht folgen kann, dort rückt sie sprungweise von Zelle zu Zelle fort, jede derselben im Nu erfüllend, noch an andern Orten endlich fliesst sie mehr stetig aber langsam von einem Theil zum andern. Hie und da bleibt sie auch stehen (Taf. II. Fig. 3. *B*), wahrscheinlich weil die Zellen zu viel Feuchtigkeit enthalten, und da wirkt denn oft, jedoch nicht immer, eine Compression sehr belehrend ein. Es gelingt nämlich manchmal durch dieselbe die Luft aus kleineren oder grösseren Abschnitten zu vertreiben, so dass selbe ganz durchsichtig werden, und beim Nachlasse des Druckes sie wieder zu füllen, welches Experiment, das mir meist viele Male hintereinander gelang, vielleicht das sprechendste von allen ist.

Das Gesagte, das Andere mit andern Flüssigkeiten vielleicht noch zweckdienlicher darthun mögen, genügt, um meine Ansicht, dass das Mark der weissen Haare Luft in Gestalt von kleinen Bläschen enthält, zu beweisen, und es frägt sich nun, wie das Mark der gefärbten Haare in dieser Beziehung sich verhält. Ich habe gefunden, dass auch dieses, frisch untersucht, Luft enthält, gerade wie das der weissen (Fig. 29.), und bin nicht im Stande, auch nur Einen wesentlichen Unterschied zwischen den Markzellen der verschiedenartigsten Haare anzugeben. Das Mark farbiger Haare erscheint freilich, wenn dieselben nur etwas dunkler sind, bei auffallendem Licht nicht rein silberweiss, sondern je nach der Farbe des Haares mit einem Stich ins Blonde, Rothe, Braune, allein diese Färbung rührt offenbar vorzüglich davon her, dass das Weiss der Luft des Markes durch die gefärbte Rinde durchschimmert. Allerdings findet sich im Marke dunkler Haare wirkliches Pigment, allein im Ganzen genommen spärlich und selten, so dass ich glauben muss, dass die Angaben der Autoren über pigmentirtes Mark und die Abbildungen von solchem (*Hassall*) auf einer Täuschung beruhen, indem entweder die dunklen glänzenden Luftbläschen für Pigmentkörner oder die durch die Rinde erzeugte Färbung für eine solche im Marke selbst gehalten wurde. Ausser in den Haarwurzeln, wo ein durch kleine Pigmentkörnchen bräunlich gefärbtes Mark häufig vorkömmt, habe ich bei Anwendung von Alkalien, die in Betreff dieses Punctes einzig sichern Aufschluss geben, in den Markzellen dunkler Haare meist einen fast ungefärbten Inhalt und nur hin und wieder spärliche Farbkörnchen gesehen. Mit Pigment ganz erfüllte Zellen dagegen zeigten sich stets äusserst vereinzelt, im Ganzen so selten, dass ich für mich überzeugt bin, dass das Mark in seinem gewöhnlichen luft-

erfüllten Zustande nur durch sein Silberweiss bei auffallendem Licht und seine Undurchsichtigkeit bei durchfallendem die Farbe der Haare, i. e. der Rinde modificirt, oder, wo die letztere farblos ist, wie in weissen Haaren, dieselbe bestimmt. Hiermit soll jedoch die Möglichkeit des Vorkommens eines intensiveren Pigmentes im Marke nicht geläugnet werden, z. B. in Negerhaaren, die ich nicht untersuchte.

Wenn ich dem zufolge behaupte, dass alle Haare, weisse, wie farbige, unter normalen Verhältnissen lufthaltiges Mark führen, so darf ich auch nicht unterlassen, gewisse Restrictionen zu machen. Wie in der Rinde, so sind auch im Marke normal gewisse Stellen ohne Luft, nämlich der Anfang des Markstranges über der Zwiebel, der ohne Ausnahme in grösserer oder geringerer Ausdehnung luftleere, also durchscheinende Zellen hat (Taf. II. Fig. 1. *r*). Ferner kommen in vielen Haaren grössere oder kleinere, oft zahlreiche Stellen vor, wo der Markcylinder ganz durchscheinend ist. Man hielt früher solche Stellen für Unterbrechungen des Markes, allein schon *Henle* bemerkt richtig, dass nicht das Mark fehle, sondern nur der gewöhnliche Inhalt. Dies ist in der That der Fall, denn an solchen Stellen bemerkt man in den meisten Fällen die Markzellen, nur führen sie statt Luft eine Flüssigkeit und blasse Körnchen und erscheinen daher ganz farblos und durchscheinend. Doch kommt es namentlich in feineren markhaltigen Haaren und gegen die Spize der Haare auch vor, dass stellenweise die Markzellen ganz fehlen. Werden die luftleeren Stellen des Markes sehr zahlreich, so kann es dann nach und nach zu einer fast totalen Durchsichtigkeit des Markes kommen, welchen Zustand so wie den gänzlichen Luftmangel im Marke ich nur sehr selten bei Erwachsenen sah. Bei eben erst gebildeten Haaren jedoch und bei Embryonen, die freilich wenig Haarmark besitzen, muss dagegen wohl die Luft anfänglich gänzlich fehlen, worüber spätere Untersuchungen Aufschluss zu geben haben. Der seiner Luft beraubte, sonst nicht veränderte Markcylinder hat ein etwas eigenthümliches Ansehen (Taf. II. Fig. 3. *B*). Man unterscheidet in demselben mehr oder minder deutlich die Contouren von Zellen, in diesen seltener Andeutungen von Kernen, in Gestalt heller, blasser Flecken, dagegen meist ein feinkörniges Ansehen, von dem sich schwer sagen lässt, ob es von Körnchen oder von kleinen Höhlungen im Zelleninhalte abhängt. In Folge genauerer Untersuchung dieser Gebilde entscheide ich mich für letzteres, und bin der Ansicht, dass die Markzellen im frischen Zustande in einem zäheren Inhalte viele kleine Vacuolen, Hohlräume enthalten, in denen eben die Luftbläschen sitzen, die ihnen das beschriebene körnige Ansehen ertheilen. Beobachtet man, wie die ausgetriebene Luft das Mark eines

getrockneten Haares wieder erfüllt, so glaubt man zu sehen, dass alle Hohlräume einer und derselben Zelle miteinander communiciren, wenigstens gelangt die Luft häufig in continuirlichen, sich schlängelnden Strömchen aus einem Hohlraum in den andern, ja man möchte fast glauben, dass die Hohlräume benachbarter oder vieler Zellen zusammenhängen, wenn man hin und wieder die Luft blitzesschnell das Mark erfüllen sieht. Dem mag in einigen Fällen so sein, doch frägt sich, ob nicht auch, wenn die besagten Hohlräume der verschiedenen Zellen ganz geschlossen, jedoch von ganz zarten Scheidewänden von einander getrennt sind, die Luft ebenfalls rasch und unter den bezeichneten Erscheinungen das Mark zu füllen im Stande wäre. Sollte eine solche Auffassung vom physikalischen Standpuncte aus sich nicht vertheidigen lassen, so müsste man dann, um eben das körnige Ansehen des Markes mit der in vielen Fällen bestimmt vorkommenden schnellen Wiederfüllung desselben nach vorheriger Austreibung der Luft in Einklang zu setzen, eine Communication der Hohlräume einer und derselben und benachbarter Zellen durch engere Zwischenkanälchen oder Oeffnungen statuiren. Uebrigens sind die Vacuolen des Markes, mögen sie nun ganz geschlossen sein oder nicht, verschieden gross, indem das Ansehen des lufthaltigen Markes bald fein, bald grobkörnig ist. Ich habe auch Fälle gesehen, wo die Markzellen offenbar jede nur Eine grosse Luftblase enthielten und fast wie kleine Fettzellen sich ausnahmen.

Mark und Rinde sind, wenn man die Elemente beider in ihren Extremen vergleicht, bedeutend von einander verschieden; hier starre, homogene lange Plättchen fast ohne Inhalt, dort rundliche Bläschen mit Flüssigkeit oder Luft gefüllt. Fasst man jedoch alle Verhältnisse ins Auge, so wird man, wie es zum Theil auch *Todd* und *Bowman* und *Erdl* thun, behaupten müssen, dass die Grenzen nicht immer so scharf, oft kaum merkliche sind. So sind z. B. einerseits die Markzellen gar nicht selten länglich oder kurz spindelförmig, anderseits die Plättchen der Rinde mit einer bedeutenden pigmenthaltenden Höhlung versehen. Halten solche Plättchen, wie es auch, obschon nicht häufig, vorkommt, statt des Pigmentes oder der kleinen Luftbläschen in einem grösseren Cavum Luft, so wird man zugeben müssen, dass beide Elemente denn doch nicht so sehr von einander abweichen, in welcher Ueberzeugung man nur bestärkt wird, wenn man noch bedenkt, dass oft, namentlich in rothen Haaren, Mark und Rinde stellenweise oder auf lange Strecken gar nicht scharf von einander sich abgrenzen, indem die Zellen des erstern an der Oberfläche des Markes keine zusammenhängende Lage bilden, sondern zerstreut stehen und ganz allmälig in viel Luft haltende und sehr

zahlreich beisammenstehende Plättchen der Rinde übergehen. Immerhin soll hiemit, trotzdem dass ich auch das normale Vorkommen von kleinen Luftbläschen in der Rinde der meisten Haare gesehen, keineswegs eine Identität von Mark und Rinde behauptet, sondern nur das Vorkommen von Uebergängen und die Existenz von geringeren Differenzen, als man sie zu statuiren geneigt ist, nachgewiesen werden.

Der Durchmesser des Markes verhält sich im Allgemeinen zu dem des Haares selbst wie 1 : 3—5; relativ und absolut am dicksten ist dasselbe in kurzen dicken Haaren, am dünnsten in Woll- und Kopfhaaren. Auf dem Querschnitte bildet es eine runde oder abgeplattete Figur, und die Zellen, die dasselbe zusammensetzen, stehen in 1—5, selbst noch mehr Reihen nebeneinander.

Dass das Mark aller menschlichen Haare im ausgebildeten Zustande Luft enthält, ist etwas, das meines Wissens noch nicht beschrieben wurde, denn man findet nicht einmal von dem Vorkommen von Luft in gewissen Haaren in irgend einem Handbuche eine Andeutung. Der Erste, der von Luft in menschlichen Haaren spricht, ist, so viel ich finde, ein gewisser *Roulins*, der, wie *Schleiden* (*Wissenschaftliche Botanik.* 1. *Aufl. I.* pg. 23, Anm.) citirt, in der *Société philomatique* von Paris im Jahre 1840 eine Theorie über das Weisswerden der Haare vortrug, welches er aus dem Verschwinden des flüssigen Inhaltes und dem Ersatz durch die Luft erklärt, wogegen *Doyère* opponirte, indem er meinte, dass dann die Haare durchsichtig und nicht weiss werden müssten. Ueber die letztere Bemerkung hält sich *Schleiden* auf, und mit Recht, da jeder Botaniker und jeder Zoologe weiss, dass die Spiralgefässe der Pflanzen, die Tracheen der Insecten, die Knochenkörperchen und Zahnkanälchen trockner Schliffe nur der Luft ihre weisse Farbe verdanken. Ausser *Roulins* scheint auch noch *Laer*, dessen Schrift ich nicht kenne, in den Haaren Luft anzunehmen, wenigstens sagt *Donders* (*Holl. Beitr. II.* pg. 255), dass nach demselben die weisse Farbe des Markes hauptsächlich durch in demselben enthaltene Luft entstehe und nur selten Pigment in ihm sich finde. Ob *Donders* selbst die Luft gesehen hat, ist mir zweifelhaft, besonders da er im Mark, nach gelinder Einwirkung von Kali sichtbare, ausserordentlich glänzende, runde Kügelchen beschreibt, die vielleicht eben meine Luftbläschen sind, für welche Annahme auch ihr Verschwinden nach längerer Einwirkung des Kali spricht. Dies ist Alles, was ich über das Vorkommen von Luft in Menschenhaaren bei meinen Vorgängern habe finden können. Anders verhält sich die Sache in Betreff der hornigen Epidermisgebilde der Thiere. Dass die Federn Luft enthalten ist allbekannt, ebenso meldet auch *Heusinger* (I. pg. 180) dies ganz bestimmt von dem Mark der Igelstacheln und spricht auch von einem hohlen Markkanal und trocknen Zellenwänden in den wirklichen Haaren anderer Säugethiere. Nichts destoweniger liessen sich die Mikroskopiker durch das körnige dunkle Ansehen des Markes immer noch verleiten, dasselbe auch bei Thieren für granulirt oder pigmentirt zu halten, so dass es ganz unerwartet kam (siehe auch

Henle im *Jahresb. von* 1848, pg. 34), als *Griffith* (*On the colour of the hair* in *London medical Gazette* 1848, pg. 844) die Existenz von Luft in denselben bewies. Digerirt man nach *Gr.* (siehe bei *Henle* l. c.) Querschnitte der Haare, namentlich vom Zobel, Dachs u. s. f. mit Wasser oder Alkohol, so dringt die Flüssigkeit in alle Höhlen ein und macht das Haar durchsichtig; wird das Haar in Terpentinöl erwärmt, so sieht man unter dem Mikroskope die Flüssigkeit in die Zellen eindringen und die Luft in Bläschen entweichen. Aller Anschein körniger Pigmentirung schwindet alsdann, doch bleiben Spuren von Zellenwänden in der Marksubstanz sichtbar. Trocknet man das Haar wieder, so kehrt die Luft zurück und stellt das ursprüngliche Ansehen wieder her. In Canadabalsam füllt sich nach *Gr.* das Haar besonders von den Enden aus mit dieser Flüssigkeit. In einem Agatmörser zerstossen, flacht sich das Haar ab und der Schein einer Füllung mit Pigment gehen verloren. Ohne von *Griffith* etwas zu wissen, hat auch *C. Gegenbaur* neulich (*Verhandlungen der physic. med. Gesellschaft in Würzburg, Heft I.* 1850) in den weissen Tasthaaren der Säugethiere im Marke Luft gefunden. Bringt man nach *C. G.* ein solches Haar abgeschnitten in Wasser unter das Mikroskop, so ergibt sich, dass die Markzellen durch Aufnahme von Wasser alle ihre Luft verlieren, und zwar sieht man hier, da die Wandungen derselben bersten und alle Zellen in Communication gerathen, die Luft mit grosser Schnelligkeit in Bläschenform aus dem Markstrange austreten, wie ich das beim Menschen nie gefunden. Ich selbst entdeckte, ohne mich an *Schleiden's* früher einmal gelesene Anmerkung zu erinnern, die Luft ganz zufällig bei Behandlung eines weissen Haares mit Terpentinöl und nahm dann, da ich von *C. Gegenbaur's* Beobachtungen, nicht aber von denen von *Griffith* wusste, die menschlichen Haare genauer vor, wobei sich denn bald ergab, dass dieselben alle im Mark und viele auch in der Rinde Luft führen. Die physiologische Bedeutung der Marksubstanz wird durch diese Thatsache sehr verringert, worüber unten noch Einiges bemerkt werden soll, jedoch zugleich auch gezeigt, dass das Weisswerden nicht auf einem Austrocknen des Markes beruht (*Roulins*).

Die Marksubstanz, deren Zellen *G. H. Meyer* zuerst genauer beschrieben hat, varirt unter allen Bestandtheilen des Haares am allermeisten. In Wollhaaren und Kopfhaaren soll sie nach Einigen gänzlich fehlen, was dahin zu berichtigen ist, dass sie allerdings in ersteren meistens, in letzteren häufig, vielleicht häufiger bei gewissen Individuen fehlt. In weissen Haaren, auch Kopfhaaren, von einiger Länge und Stärke habe ich dieselbe nicht nur nie vermisst, sondern ohne Ausnahme am schönsten ausgeprägt gesehen. Der Markstrang ist in seltenen Fällen ganz doppelt (*Bruns*, *Abbildung bei Hassall*), häufiger stellenweise in zwei sich bald wieder vereinende Stränge aufgelöst. Von Scheidewänden zwischen den Markzellen (*Günther*) oder von einer besondern Begrenzung des Markes ist sicherlich nichts da. Im untern Theile der Wurzel wird das hier helle Mark oft dicker und zeigt die Kerne seiner Zellen, besonders auch nach Essigsäurezusatz, recht deutlich.

§. 39.

Das Oberhäutchen des Haares, *Cuticula*, ist ein ganz dünnes, durchsichtiges Häutchen, welches einen vollkommenen Ueberzug über das Haar bildet und mit der Rindensubstanz sehr fest verbunden ist. In seiner normalen Lage und an einem unveränderten Haare betrachtet, gibt es sich fast durch nichts kund als durch viele dunklere, netzförmig verbundene, unregelmässige und selbst zackige Linien, die 0,002—0,006‴ von einander abstehen und quer um das Haar herumziehen, hie und da auch durch leichte sägenförmige Zacken am scheinbaren Rande desselben (Fig. 31. *A*); behandelt man dagegen ein Haar mit Alkalien oder mit concentrirter Schwefelsäure, so zeigt sich seine eigentliche Structur, namentlich bei Anwendung der Wärme, sehr schnell und sehr schön, indem es in grösseren oder kleineren Lamellen von der Fasersubstanz sich ablöst und selbst in seine Elemente zerfällt. Diese letzteren sind nichts anderes, als ganz platte, im allgemeinen durchsichtige und blassrandige, vier- oder rechteckige, kernlose Zellen oder besser Plättchen (Fig. 31. *B*), die sowohl durch die Art und Weise ihrer Aneinanderfügung, als auch durch ihre chemischen Charaktere sich auszeichnen. Erstere ist so, dass die Plättchen, wie Ziegel eines Daches verbunden, eine einfache Membran darstellen, die die Haarrinde vollständig umgibt, und zwar so, dass die tieferen oder unteren Zellen die oberen decken. Am besten überzeugt man sich hiervon nach leichter Behandlung der Haare mit Natron, wodurch die Rinde aufquillt und durchsichtiger wird, während das Oberhäutchen sich durchaus nicht verändert, ausser dass seine Plättchen sich etwas mehr nach aussen richten und deutlich als äussere Hülle des Haares hervortreten (Fig. 26.); zugleich sieht man auch, dass die queren Linien, die schon das unveränderte Oberhäutchen darbietet, auch an den leicht isolirbaren Lamellen desselben noch vorhanden sind, und nimmt hier am deutlichsten wahr, dass sie nichts anderes als die Ränder der nicht vollständig sich deckenden Zellen bezeichnen, welche Ränder auch an den Seiten des Haares scheinbar als kurze, nach vorn gerichtete Spitzchen



Fig. 31. *A*. Oberfläche des Schaftes eines weissen Haares, 160 mal vergr. Die gebogenen Linien bezeichnen die freien Ränder der Oberhautplättchen. *B*. Durch Natron isolirte Oberhautplättchen von der Fläche, 350 mal vergr. — Von den längeren Rändern derselben sind entweder nur der eine oder beide mehr oder weniger umgeschlagen und daher dunkel.

sich zeigen (Fig. 26. *A*). Auch in Schwefelsäure lässt das Oberhäutchen seinen Bau leicht erkennen; das Haar wird an den Rändern von den sich aufrichtenden Plättchen wie filzig, und durch Schaben oder Reiben ist das Oberhäutchen zwar weniger leicht in grösseren Lamellen, wohl aber in seinen Elementen zu erhalten. In chemischer Beziehung ist besonders hervorzuheben, dass die Oberhautplättchen selbst durch längere Behandlung mit caustischen Alkalien und mit Schwefelsäure, ausser dass sie weicher werden und oft mit den Rändern oder ganz sich einrollen, sich nicht verändern und niemals aufquellen und zu Bläschen sich gestalten, wodurch sie von den übrigen Elementen des Haares und auch von denen der Nägel und Oberhaut sehr wesentlich sich unterscheiden und als die härtesten oder wenigstens unlöslichsten und am meisten von der Zellenform abweichenden aller menschlichen Horngebilde sich darstellen.

Das Oberhäutchen besteht am Haarschafte nur aus einer einzigen, 0,002—0,003‴ dicken Lage von ziegelförmig sich deckenden Zellen oder Plättchen, die in der Querrichtung des Haares 0,024—0,028‴, 0,016—0,02‴ in der Längenrichtung messen und kaum dicker als 0,0005‴ sind. Derselbe Bau findet sich auch an dem obern Theile der Haarwurzel, an dem untern Theile derselben kommen dagegen, so weit als die innere Wurzelscheide reicht, constant zwei Lagen des Oberhäutchens vor. Die innere (Fig. 29. *c*) derselben ist die Fortsetzung des Oberhäutchens des Haarschaftes und des oberen Theiles der Wurzel und besitzt dieselbe Structur wie dieses, nur dass ihre Plättchen, wenigstens nach Behandlung mit Natron, höher scheinen und etwas schiefer nach aussen abstehen. Die äussere Lage (Fig. 29. *d*) ist von *Todd-Bowman* (l. c. p. 419) und mir zuerst beobachtet worden; sie tritt besonders bei Zusatz von Kali und Natron hervor, zieht sich bei etwelchem Druck häufig zugleich mit der innern Wurzelscheide von dem Haare ab, während die innere Lage, wellenförmig sich biegend, auf der Rindensubstanz liegen bleibt, und ist dannzumal sowohl in der Profil-, als in der Flächenansicht leicht zu studiren. An ausgerissenen Haaren findet sich diese Schicht nur dann vor, wenn dieselben noch von der innern Wurzelscheide überzogen sind, sonst bleibt sie im Haarbalge zurück. Ihre Elemente sind ebenfalls kernlose, dachziegelförmig sich deckende, breite, in Alkalien nie aufquellende und sehr schwer lösliche Zellen, die jedoch dicker sind als die der andern Lage, und in der Richtung des Längendurchmessers des Haares nur 0,002—0,004‴ messen. Die ganze äussere Schicht misst 0,0016—0,002‴, während die innere Lage an der Wurzel 0,0025—0,0035‴ Dicke besitzt. — An der Haarzwiebel gehen beide Lagen von Oberhautplättchen mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige weiche Zellen

über. Die innere Lage setzt sich in die Zellen (Taf. II. Fig. 1. *n*) fort, die schon *Reichert* gesehen zu haben scheint (l. c. pg. CLXXVIII) und *Todd-Bowman*, sowie *Kohlrausch* (l. c.) neulich genau beschreiben und gut abbilden. Die äussere geht in ähnliche, nur kleinere Zellen über (Taf. II. Fig. 1. *o*). Alle diese Zellen sind breit in der Querrichtung der Haarzwiebel, sehr kurz in der Richtung der Längenaxe derselben und etwas länger in ihrem dritten Durchmesser, der senkrecht oder schief auf die Längsaxe des Haares steht. Sie werden von Alkalien leicht aber selbst von Essigsäure angegriffen, besitzen ohne Ausnahme quere und ziemlich lange Kerne und gehen endlich am Ende der Zwiebel in die schon beschriebenen, dieselbe bildenden runden Zellen über.

Die Oberhautplättchen stehen weder in regelmässigen Querreihen, wie manche Abbildungen es glauben machen, noch in auf- oder absteigenden schraubenförmigen Linien (*Valentin*, auch *Bruns* zum Theil), sondern ziemlich unregelmässig. Ihre Ränder sind bald mehr oder weniger nach aussen gerollt, bald gerade nach vorn gerichtet, und je nach dem treten auch die Querstreifen der Oberfläche stärker oder schwächer hervor; auch die stärkeren Querlinien, die bei ausgerissenen Haaren an der Haarwurzel so deutlich sind und wie umwickelnde Fasern sich ausnehmen, werden wie *Henle* (*Jahresber.* 1846, pg. 60) richtig bemerkt, durch nichts als in Folge des Ausreissens stärker umgebogene Ränder der Plättchen erzeugt und entstehen nicht durch Faltungen der innern Wurzelscheide oder des Oberhäutchens selbst, welche allerdings an letzterem auch, jedoch so viel ich sah, nur an mit Natron behandelten Haaren vorkommen und dann viel stärkere Querlinien erzeugen. Da die Ränder der Oberhautplättchen etwas vorstehen, so erklärt sich auch, dass, wie *Fourcroy* angibt, Haare zwichen zwei Fingern gerollt, immer nach der Spitze hin sich fortschieben, und dass man mit einem Rasirmesser die Haare leichter in der Richtung von der Spitze nach der Basis durchschneidet. An der Spitze des Haares ist das Oberhäutchen undeutlicher, jedoch, wie es scheint, immer vorhanden. Die Plättchen oder Zellen desselben sollen nach *Valentin*, *H. Meyer* und *Bendz* bisweilen Kerne enthalten; nach meinen Erfahrungen ist dies am Schafte niemals der Fall, wohl aber, wie erwähnt, an dem untersten Theile der Wurzel, höher oben an derselben ebenfalls nicht. Wo die verhärteten Oberhautzellen in ihre weichen Bildungszellen übergehen, enden die Querlinien oft mit einem deutlichen Rande, darüber bemerkt man nicht selten die berührten stärkern Querstreifen, tiefer unten sieht man nur ganz zarte, dicht aufeinanderfolgende, auch von *Kohlrausch* erwähnte Querlinien, und bei Essigsäurezusatz dicht stehende quere Kerne, mit andern Worten, die Bildungszellen der Oberhautplättchen, welche *Reichert* allem Anscheine nach unter seiner besondern Querfaserschicht (*Müll. Archiv* 1841, pg. CLXXVIII) meint. — Die äussere Lage der Oberhautplättchen an der Haarwurzel ist zwar im Wesentlichen mit der längst bekannten innern Lage gleich gebaut, allein doch durch die Kürze ihrer Plättchen deutlich von ihr geschieden. Da dieselbe mit der innern Wurzelscheide fest

verbunden ist, immer mit ihr sich abzieht (die als Abdrücke der bekannten Oberhautplättchen auf der Innenfläche der innern Wurzelscheide von *Kohlrausch* erwähnten und von *Hassall* abgebildeten queren zarten Linien sind, wie ich mit Bestimmtheit gegen *Kohlrausch* behaupten muss, wirkliche Zellen und eben meine äussere Lage des Oberhäutchens), und eben so weit wie dieselbe sich erstreckt, so könnte man es vielleicht für besser halten, diese Schicht zu den Wurzelscheiden zu zählen, und als Haaroberhäutchen nur das zu betrachten, was am Schafte sich findet und beständig wächst, zu welcher Auffassung der Dinge auch *Todd-Bowman* sich hinneigen, jedoch macht, wie mir scheint, die grosse Uebereinstimmung der äussern Lage dachziegelförmig sich deckender Plättchen mit der innern und ihre grosse morphologische Verschiedenheit von der innern Wurzelscheide eine Trennung der beiden erstern fast unmöglich, so dass es, da auch bei der Entscheidung, was zum eigentlichen Haar gehöre, auf das Wachsen oder Nichtwachsen nicht gerade viel Werth zu legen ist, vorläufig passender ist, beide beisammen zu belassen. An feinen Haaren kommt die erwähnte äussere Lage des Oberhäutchens auch vor, ob bei allen, weiss ich nicht. Ebenso an den Tasthaaren der Säugethiere nach *C. Gegenbaur* (l. c.).

§. 40.

Die Haarbälge, *Folliculi pilorum,* sind 1—3‴ lange, flaschenförmige Säckchen, welche die Haarwurzeln ziemlich dicht umschliessen und bei Wollhaaren in der Substanz der oberen Lagen der Lederhaut drinliegen, bei starken oder langen Haaren dagegen meist bis in die tiefen Theile derselben hineinragen und selbst mehr oder weniger weit in das Unterhautzellgewebe sich erstrecken. Dieselben sind einfach als eine Fortsetzung der Haut mit ihren beiden Bestandtheilen, der Lederhaut und der Epidermis, zu betrachten, und demgemäss unterscheidet man auch an jedem von ihnen einen äusseren faserigen gefässreichen Theil, Haarbalg im engern Sinne, und eine gefässlose, aus Zellen bestehende Auskleidung desselben, Epidermis des Haarbalges, oder weil sie die Wurzel des Haares zunächst umgibt, Wurzelscheide, *Vagina pili.*

§. 41.

Der Haarbalg im engern Sinne besteht aus zwei Faserhäuten, einer äussern und einer innern und aus einer structurlosen Haut, hat im Mittel 0,015—0,022‴ Dicke und besitzt als ein eigenthümliches Gebilde in seinem Grunde die Haarpapille.

Die äussere Faserhaut (Taf. II. Fig. 1. *k*, Fig. 2. *h*) ist eine gefäss- und zum Theil auch nervenhaltige Schicht, die so weit als der Haarbalg überhaupt sich erstreckt und weitaus die dickste der drei Lagen desselben darstellt. Ihre innere Fläche ist ganz glatt und mit der Querfaserlage innig

verbunden; die äussere liegt ebenfalls nicht frei, sondern ist mehr oder weniger fest mit den benachbarten Theilen, lockerem Bindegewebe, Fettträubchen, dichterem Bindegewebe, vereint, locker am Grunde des Balges, fester an den höhern Theilen, am festesten ganz oben, wo die Faserhaut selbst in ihrer ganzen Dicke continuirlich in die äusserste Schicht der Lederhaut übergeht (Taf. II. Fig. 2). Bezüglich auf den feinern Bau ist von der fraglichen Lage nicht viel zu sagen; sie besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit longitudinal verlaufenden, am Grunde des Balges schleifenförmig verbundenen Fasern, ohne Beimengung von Kern- oder elastischen Fasern, aber mit ziemlich vielen länglichen, spindelförmigen Kernen. Ihre Gefässe (bei *Berres* Taf. VII. und *Arnold* Tab. XI. abgebildet) stammen von denen der Lederhaut oder des Unterhautzellgewebes, treten am Grunde des Balges oder seitlich an sie heran und bilden in ihr, ohne weiter ins Innere zu dringen, ein ziemlich reichliches Netz von Capillaren. Auch Nerven sieht man bei mikroskopischen Untersuchungen nicht selten seitlich an den Haarbälgen liegen, und einzelne getheilte Röhren in die Substanz derselben abgeben.

Fig. 32.

Die innere, von mir zuerst (l. c.) beschriebene Faserhaut (Taf. I. Fig. 1. *i* u. Fig. 32.) ist beträchtlich zarter als die äussere und erstreckt sich, überall gleich dick und von glatten Flächen begrenzt, vom Grunde des Haarbalges nur bis in die Gegend, wo die Talgdrüsen einmünden. Sie ist allem Anscheine nach gefäss- und nervenlos und besteht aus einer einfachen Lage querverlaufender Fasern, die besonders an leeren Haarbälgen starker und feiner Haare mit oder ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu sehen sind. Ihre Elemente sind mässig breite, granulirte Fasern, die namentlich auch durch ihre langen und schmalen Kerne ganz an glatte

Fig. 32. Ein Stückchen von der Querfaserlage und der structurlosen Schicht (Glashaut) eines Haarbalges des Menschen mit Essigsäure behandelt, 300 mal vergr. *a.* Querfaserlage mit länglichen queren Kernen; *b.* Glashaut im scheinbaren Querschnitt; *c.* Ränder derselben, da wo der Schlauch, den sie bildet, zerrissen ist; *d.* feine quere, zum Theil anastomosirende Linien (Fasern?) auf ihrer innern Fläche.

Muskelfasern erinnern, jedoch nicht vollständig sich isoliren und wirklich als spindelförmige einkernige Fasern, wie ich sie als Elemente der glatten Muskeln beschrieben habe, sich erkennen lassen, wesshalb ich auch, umsomehr, als über allfällige Contractionen von Haarbälgen keine Thatsachen vorliegen, mich über deren Natur vorläufig nicht mit Bestimmtheit äussern mag.

Die dritte Schicht endlich (Fig. 32. *b*, Taf. II. Fig. 1. *h*), die ebenfalls noch Niemand vor mir gesehen zu haben scheint, ist eine glashelle, structurlose Haut, die beim Ausreissen der Haare ohne Ausnahme im Haarbalge zurückbleibt und vom Grunde desselben an, jedoch, wie es scheint, ohne die Haarpapille zu überziehen, so weit als die innere Wurzelscheide und vielleicht noch höher sich erstreckt. Dieselbe erscheint am unverletzten Haarbalge nur als ein ganz blasser Streifen von 0,001—0,0015''', selten bis 0,002''' Dicke zwischen der äussern Wurzelscheide und der Querfaserlage des Haarbalges, lässt sich aber durch Präparation eines leeren Haarbalges leicht in grösseren Fetzen erhalten und zeigt sich dann aussen glatt, innen mit ganz zarten, queren anastomosirenden Linien bedeckt, die in Säuren und Alkalien sich nicht verändern und vielleicht besondere, kernfaserartige Fibrillen sind. Weder Alkalien noch Säuren bringen an dieser Haut Zellen oder Kerne zum Vorschein, und daher scheint mir dieselbe in die Kategorie der structurlosen durchsichtigen Häute, z. B. der *Membranae propriae* gewisser Drüsen, der Linsenkapsel, der Scheide der *Chorda dorsalis* u. s. w. zu gehören. Wenn zwischen *Cutis* und *Epidermis*, wie mehrere Autoren behaupten, eine structurlose Haut (*Basement membrane Todd-Bowman*) vorkäme, so würde dieselbe in ihrer Lage vollkommen meiner structurlosen Haut der Haarbälge entsprechen. Eine solche Haut ist nun zwar, wie schon gemeldet, in der Haut des Erwachsenen nicht nachzuweisen, wohl aber finden sich Andeutungen von ihr in derjenigen des Fötus, sowie an den Schweissdrüsen, und es möchte daher, umsomehr, da auch Schleimhäute analoge Gebilde darbieten, das Vorkommen von structurlosen Häuten unter den Epitelien und der Epidermis und ihren *Derivatis* als eine allgemeine Erscheinung zu betrachten sein.

Die Haarpapille, *Papilla pili* (Taf. II. Fig. 1. *l*, Fig. 2. *i*), weniger passend auch Haarkeim, *Pulpa pili*, genannt, die, wie ich entgegen *Kohlrausch* (l. c. pg. 301) behaupten muss, von der Haarwurzel und *in specie* von dem dicksten, untersten Theile derselben, der Haarzwiebel (*Bulbus pili*), genau zu unterscheiden ist, gehört dem Balge an und entspricht einer Cutispapille. Dieselbe ist schwer zu erforschen, denn ihre Isolirung ist gänzlich dem Zufalle unterworfen, doch ist es mir beim

Ausziehen der Haare aus isolirten Haarbälgen in mehreren Fällen gelungen, sie ganz unversehrt im Grunde des leeren Balges zu treffen, und einmal habe ich selbst beim Ausziehen eines Haares den vorher dicht über ihr abgeschnittenen Balg so umzustülpen vermocht, dass die Papille nach dem Abreissen des Haares ganz frei zu Tage lag. Ausser in solchen Fällen zeigt sich die Papille meist nur undeutlich, namentlich bei dunklen Haaren mit gefärbter Zwiebel, indem sie entweder nur als ein hellerer, undeutlich begrenzter Fleck erscheint oder nach dem Ausreissen der Haare von den Zellen der Zwiebel noch so bedeckt ist, dass man auch nicht aus ihr klug wird; nur in Haarbälgen weisser Haare kann man sie häufiger, ohne sie ganz zu isoliren, in ihren Umrissen erkennen, namentlich wenn man noch einen etwelchen Druck zu Hülfe nimmt. Dagegen nützen Reagentien durchaus nichts, denn sie greifen die Papille immer ebenso an, wie die Haarzwiebel, mit einziger Ausnahme einer verdünnten Natronlösung, in der die Papille anfänglich wenigstens auch ihre Umrisse behält, während die Zellen der Zwiebel schon sich lösen und aus dem Balge herausdrücken lassen. Ueberall, wo ich der Haarpapille deutlich ansichtig wurde, zeigte sich mir dieselbe als eine grosse, schöne, ei- oder pilzförmige Papille, die durch einen Stiel mit der Bindegewebslage des Balges zusammenhing und eine vollkommen scharfe Begrenzung, so wie eine ganz glatte Oberfläche besass, in seltneren Fällen war dieselbe kegel- oder warzenförmig. Ihre Grösse betrug an einem Schamhaar $1/8'''$ in der Länge, $1/11'''$ in der Breite, an einem weissen Kopfhaar $1/40'''$ Länge und $1/20'''$ Breite, an einem Wollhaare $0,016'''$ Länge, $0,01'''$ Breite, was mit *Günther's* Messungen, nach denen die Länge von $1/20 - 1/40'''$, die Breite an der Basis von $1/34 - 1/80'''$ varirt, und mit *Henle's* Angabe, dass der Rand der Höhlung im Haarknopfe $0,02'''$ messe, nicht übel stimmt. Die Structur war ähnlich derjenigen mancher Papillen der *Cutis;* das Ganze bestand aus einer hellen, mehr homogenen oder seltener stellenweise undeutlich faserigen Masse, in die eine ziemliche Zahl punctförmige dunkle Fettkörnchen und einzelne Kerne, aber durchaus keine Zellen eingebettet waren. Gefässe und Nerven anbelangend, so nehmen zwar viele Autoren ohne weiteres in den Haarpapillen solche an, stützen sich jedoch hierbei, wie es scheint, mehr auf das Verhalten der Papillen in den Spürhaaren der Thiere, wie es von manchen Autoren angegeben wird, als auf wirkliche Thatsachen. Ich habe mir alle Mühe gegeben, in den von mir gesehenen ganz isolirten Haarpapillen Gefässe und Nerven zu entdecken, allein vergebens; selbst Essigsäure und verdünntes Natron, die in solchen Fällen sonst so gute Dienste leisten, liessen mich im Stich, und gerade so erging es auch *Hassall* und *Günther*. Soll und kann man hieraus

folgern, dass die Papillen keine Gefässe und Nerven besitzen? Ich glaube nein, denn wir wissen, dass auch an andern Orten, wo Gefässe bestimmt vorhanden sind, dieselben oft sich gänzlich dem Blicke entziehen, wie z. B. in Hautpapillen und noch öfter in Darmzotten, ebenso die Nerven in den Papillen der *Cutis*, und was insbesondere noch die letzteren betrifft, so steht der Annahme, dass ihre Endigungen in der Papille, weil blassrandig, nicht gesehen werden können, *a priori* gewiss auch nichts entgegen. Mir scheint es daher gerathener, die angeregte Frage vorläufig noch als eine offene zu betrachten, und sie weder nach der einen, noch der andern Seite hin zu entscheiden. Möglich dass Injectionen einen bestimmten Anhalt geben, wie denn auch in der That *Arnold* (l. c.) eine injicirte Papille, jedoch so abbildet, dass man der Sache nicht zu viel Zutrauen schenken kann.

C. Gegenbaur (l. c.) hat bei Untersuchung der Bälge der Spürhaare von Nagern und Carnivoren einige nicht uninteressante, zum Theil die meinigen ergänzende Beobachtungen gemacht. Die Bälge dieser Haare besitzen zwei Faserhäute, eine äussere longitudinale und eine innere transversale, deren Elemente langgestreckte, spindelförmige Faserzellen mit länglichen Kernen sind, die mir unreifes Bindegewebe zu sein scheinen; dann folgt eine Lage von Bindegewebe mit Kernfasern, in der die Gefässe und Nerven der Haare sich ausbreiten, endlich zu innerst eine structurlose Haut, ziemlich fest verbunden mit der äussern Wurzelscheide. Dieselbe zeigt, wie die von mir an menschlichen Haarbälgen beobachtete, netzförmige Streifen, die aber stärker sind und durch Behandlung mit Natron selbst sich isoliren lassen, nur sitzen nach *G.* diese Fasern aussen an der Membran und laufen der Länge nach, was mit den menschlichen Verhältnissen im Widerspruch ist. Gefässe und Nerven sah *G.* in der Haarpapille keine, wohl aber fand er die schönsten Verzweigungen vieler Gefässe und eines starken Nervenstämmchens an der vorhin bezeichneten Stelle im ganzen Haarbalge, und sah auch, wovon ich selbst mich überzeugte, zahlreiche Theilungen der Nervenprimitivfasern, dagegen keine bestimmten Endigungen.

§. 42.

Die **Wurzelscheiden** bilden, wie schon erwähnt, die Epidermisbekleidung des Haarbalges, hängen continuirlich mit der Oberhaut um die Mündungen der Haarbälge zusammen und zerfallen in eine äussere und eine innere, scharf von einander getrennte Lage.

Die **äussere Wurzelscheide** ist die Fortsetzung des *Stratum Malpighi* der Oberhaut und überkleidet den ganzen Haarbalg, indem sie in seiner untern Hälfte der beschriebenen Glashaut, weiter oben, wo diese und die Querfasern nicht mehr da sind, der longitudinalen Faserschicht unmittelbar aufsitzt. Ihre Elemente sind in der Regel schon ohne

weitere Vorbereitungen oder auf jeden Fall bei Zusatz von Essigsäure oder ganz wenig verdünntem Natron als kernhaltige Zellen zu erkennen, die in 3, 4—10 und mehr Lagen übereinander geschichtet sind. Die äusserste Lage derselben (manchmal auch die zweite Lage) scheint fast ohne Ausnahme länglich zu sein, mit länglichen Kernen, wie dies auch in der untersten Schicht des *Stratum Malpighi* der Oberhaut Regel ist, und mit ihrem grösseren Durchmesser senkrecht auf die Längsaxe des Haares zu stehen; die übrigen sind rundlich und mehr oder weniger polygonal. Die Grösse dieser Zellen ist bei den äussern 0,003 — 0,006''' Länge, 0,002''' Breite, bei den innern 0,003—0,005'''; in chemischer Beziehung stimmen sie mit den Zellen des *Stratum Malpighi* der Haut so vollkommen überein, dass jedes Eingehen in Einzelnheiten überflüssig erscheint und dasselbe gilt auch von dem Inhalt, der, frisch untersucht, ziemlich durchsichtig ist, aber durch den gewöhnlichen Wasserzusatz granulirt und für das blosse Auge weisslich erscheint, seltener wirkliche Fettkörnchen in geringer Anzahl führt. Wie bei Thieren, so kann derselbe auch beim Menschen gefärbt erscheinen. Dies ist nach *Krause* beim Neger der Fall, wo die Zellen braun sein sollen, und ebenso sah ich bei Weissen an den Haaren der *Labia majora* am obern Theile der Bälge, die äussersten Zellen der äussern Scheide eine Strecke weit intensiv braun gefärbt. Im Grunde des Haarbalges hängt die äussere Scheide, indem ihre Zellen gleichmässig rund werden, continuirlich und ohne Abgrenzung mit den rundlichen Zellen der Haarzwiebel, die die Haarpapille überziehen, zusammen. Der Durchmesser der äussern Wurzelscheide wechselt sehr, je nachdem die Haarbälge grösser oder kleiner sind. Im Allgemeinen ist dieselbe ungefähr 3 — 5 mal so dick als die innere Scheide, verdünnt sich aber nicht selten nach oben zu etwas und läuft nach unten ohne Ausnahme in eine ganz schmale Lamelle aus. An stärkeren Haaren misst sie in der Mitte der Wurzel 0,018—0,03'''.

Die innere Wurzelscheide (Taf. II. Fig. 1. *e f*, Fig. 2. *e*) ist eine durchsichtige, gelbliche Haut, welche fast vom Grunde des Haarbalges an über etwa ²⁄₃ desselben sich erstreckt und dann scharf abgeschnitten endet. Dieselbe ist äusserlich mit der äussern Scheide, innerlich mit dem Oberhäutchen des Haares (der äussern Lage desselben) fest verbunden, so dass normal kein Zwischenraum zwischen ihr und dem Haare sich befindet, und zeichnet sich besonders durch ihre Festigkeit und Elasticität aus. Auf den ersten Blick erscheint sie als eine ganz homogene Membran, indem sie z. B. selbst mit einem ganz scharfen Rande in die Quere reissen kann. Bei schärferer Beobachtung sieht man aber denn doch, wie *Kohlrausch* zuerst gezeigt hat (*Gött. Anz.* 1843, St. 24.),

dass in ihr eine ganz entschiedene Zellenstructur vorhanden ist. Die ganze innere Wurzelscheide besteht nämlich, abgesehen von ihren untersten Theilen, aus zwei oder selbst drei Lagen polygonaler, länglicher, durchsichtiger und etwas gelblicher Zellen, die alle mit ihrer Längsaxe derjenigen des Haares parallel laufen (Fig. 29). Die äusserste Lage (Fig. 33. *A*), die früher allein bekannt war, innere Wurzelscheide von *Henle*, wird von längeren, kernlosen Zellen von 0,016—0,02‴ Länge und 0,004—0,006‴ Breite gebildet, die der Länge nach stark zusammenhängen und bei den gewöhnlichen Untersuchungsweisen längliche schmale Spalten zwischen sich enthalten und das Bild einer durchlöcherten Membran geben. Diese Oeffnungen, die man schon längst kannte (*Corda, Henle*), bevor die Zusammensetzung der innern Wurzelscheide aus Zellen nachgewiesen war, haben in der neuesten Zeit eine verschiedene Deutung erfahren, indem die Einen, *Henle* und *Reichert* an der Spitze, dieselben für natürliche Vorkommnisse, *Krause* und *Kohlrausch* dagegen für Kunstproducte, entstanden durch Zerrung und Druck, erklären. Die Entscheidung für die eine oder andere dieser Annahmen ist nicht leicht. Ich glaubte früher für *Henle's* Ansicht mich aussprechen zu müssen, namentlich weil *Krause* und *Kohlrausch* eine nicht perforirte Lage der innern Wurzelscheide, von der gleich weiter die Rede sein soll, nicht gekannt hatten und dieselbe mit der *Henle*'schen Schicht verwechselt zu haben schienen, nun finde ich aber bei Wiederaufnahme meiner Untersuchungen, dass es wirklich den Anschein hat, als ob die Oeffnungen Kunstproducte seien. Untersucht man die innere Wurzelscheide (am besten von weissen oder blonden Haaren, wo möglich an Stellen, wo die äussere Scheide fehlt, wie dies manchmal beim Ausreissen der Haare sich trifft) ohne Reagentien, so sieht man an der oberen Hälfte derselben von Oeffnungen meist keine Spur und an der unteren (von der feinfaserigen Stelle der Rinde an aufwärts) höchstens Andeutungen derselben in Gestalt von, je nach der Einstellung, helleren oder dunkleren Strichen, ähnlich denen der Rinde des Schaftes, und zwar sind auch diese deutlicher, hie und da vom Ansehen von engen Spalten, wenn die Zwiebeln vor der Untersuchung etwas in Wasser gelegen haben. Setzt man einem solchen Präparate Essigsäure, Kali oder Natron zu, so sieht man unter seinen Augen, so wie das Haar aufquillt, ziemlich regelmässige Spalten oder Löcher hervortreten, wie sie die Figur 33 wiedergibt und überzeugt sich in vielen Fällen ganz deutlich von deren langsam zunehmenden Vergrösserung. Da nun ähnliche Spalten, nur viel unregelmässiger, selbst Risse, Löcher auch entstehen, wenn man eine Wurzelscheide comprimirt, zerrt, zerreisst, so liegt es in der That nahe, zu fragen, ob nicht alle

Oeffnungen künstlich erzeugte sind. Ich gestehe, dass ich jetzt zu dieser Ansicht mich hinneige, vorzüglich desshalb, weil man bei sorgfältiger Untersuchung einer nur kurze Zeit mit Natron oder Essigsäure behandelten Wurzel die Löcher nur an dem Theile derselben findet, wo das Haar noch weich ist und durch die Reagentien aufquillt, nicht aber an dem oberen schon erhärteten, der eine ganz homogene innere Wurzelscheide mit mehr oder minder deutlichen Contouren von Zellen und höchstens einige in Folge der Präparation entstandene unregelmässige Risse darbietet. Nimmt man noch hinzu, dass, wenn das Natron z. B. so lange eingewirkt hat, dass das Haar auch am obern Theile der Wurzel aufgequollen ist, die innere Scheide auch hier Lücken zeigt, und dass bei sehr bedeutendem Aufquellen des Haares in Alkalien nothwendig Risse in der innern Scheide, deren härtere, äussere Elemente sich nicht ausdehen, entstehen müssen, so wird es wohl als gerechtfertigt erscheinen, wenn ich die Oeffnungen, wie man sie gewöhnlich sieht, von 0,005—0,008''' Länge und 0,001—0,003''' Breite für künstlich erzeugte erkläre. Ob dagegen ganz enge Spalten von kaum messbarer Breite zwischen den fraglichen Zellen existiren, wie *Reichert* sie anzunehmen scheint, oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden; ich habe, wie schon erwähnt, in manchen Fällen Streifen gesehen, die vielleicht wirkliche Lücken sind, andere Male aber auch nichts von solchen wahrnehmen können.

Fig. 33.

In der innern Wurzelscheide kommen zweitens auch Zellen vor, die nie Lücken zwischen sich darbieten. Dieselben (Fig. 33. *B*), die eine einfache oder doppelte Lage ausmachen, entsprechen der von *Huxley* (l. c.) zuerst geschilderten Schicht und liegen constant nach

Fig. 33. Elemente der innern Wurzelscheide, 350 mal vergr. *A*. Aus der äussern Schicht 1) isolirte Plättchen derselben; 2) dieselben im Zusammenhang aus den obersten Theilen der fraglichen Lage nach Behandlung mit Natron, *a*. Oeffnungen zwischen den Zellen *b*. *B*. Zellen der innern nicht perforirten Schicht mit länglichen und leicht zackigen Kernen. *C*. Kernhaltige Zellen des einschichtigen untersten Theiles der innern Scheide.

innen von der gewöhnlich perforirten Schicht, die ich immer nur als einfache Zellenlage gesehen. Sie sind kürzer und breiter als die schon beschriebenen Zellen (0,014—0,018‴ lang, 0,006—0,009‴ breit), jedoch ebenfalls polygonal, haben keine Löcher zwischen sich und besitzen wenigstens in der untern Hälfte der Wurzelscheide deutliche, längliche, oft in Spitzen verlängerte Kerne von 0,004—0,006‴. Die Zellen beider Lagen der innern Scheide sind keineswegs platt, wodurch sie sich neben ihrer Längsrichtung wesentlich von denen des Oberhäutchens der Haare unterscheiden; der Durchmesser der ganzen Membran beträgt nämlich im Mittel 0,006—0,015‴, woraus ersichtlich ist, dass die Zellen derselben, die höchstens drei Lagen bilden, mindestens 0,002—0,005‴ Dicke besitzen. Dieselben sind alle meist schon ohne weitere Hülfsmittel theils noch in ihrer natürlichen Lage theils beim Zerzupfen der Wurzelscheide zu erkennen; besser und deutlicher zeigen sie sich aber noch bei Anwendung von Natron und Kali, welche dieselben oft von einander lösen (Fig. 33.), ohne sie jedoch zum Aufquellen zu bringen, was, so wie die bedeutende Resistenz derselben in Alkalien überhaupt, ein Charakter dieser Zellen ist, den sie nur noch mit den Oberhautplättchen des Haares theilen.

Im Grunde des Haarbalges besteht die innere Wurzelscheide nur aus einer einzigen Lage schöner, grosser, polygonaler, kernhaltiger Zellen ohne Oeffnungen zwischen denselben (Fig. 33. *C*), welche, zuletzt weich, zart und rundlich geworden, ohne scharfe Grenzen in die äussern Lagen der runden Zellen der Haarzwiebel übergehen. Nach oben steht diese Hülle nicht selten etwas von dem Haare ab und endet unweit der Einmündungsstelle der Talgdrüsen mit einem scharfen gezackten Rande, welcher durch die einzelnen mehr oder weniger vorragenden Zellen derselben gebildet wird. Von da an aufwärts wird ihre Stelle von einer anfangs noch kernhaltigen bald kernlosen Zellenlage eingenommen, die, je weiter nach oben, um so mehr der Hornschicht der Oberhaut gleicht und auch ununterbrochen in dieselbe sich fortsetzt, jedoch, so viel ich sehen konnte, nicht mit der innern, sondern mit der äussern Wurzelscheide continuirlich sich verbindet.

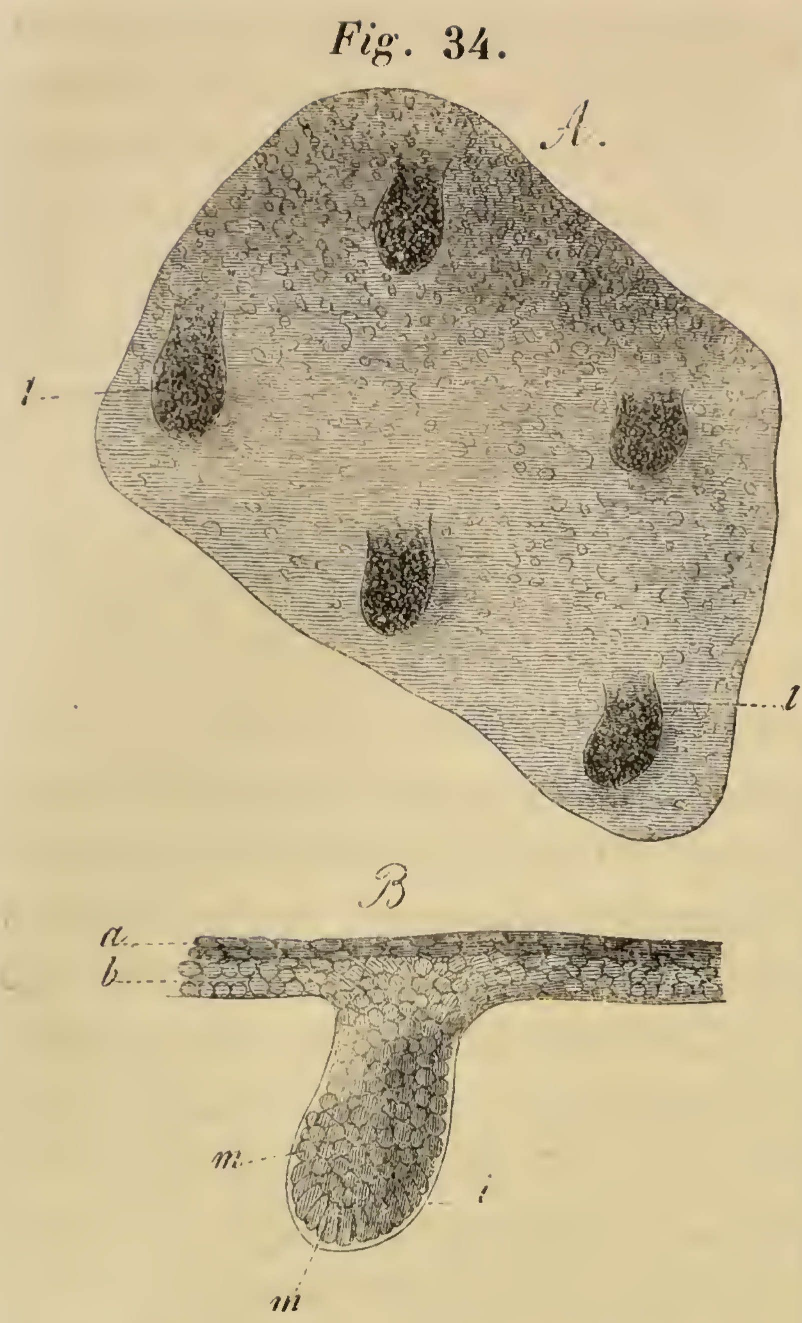
Nach *Reichert*, dem *Jäsche* folgt, soll die innere Wurzelscheide unten aus Zellen, höher oben aus einer homogenen Membran bestehen, in der durch Resorbtion gewisser Theile allmälig die besprochenen Lücken entstehen. Hiegegen muss ich, wie schon früher (l. c.), mich des Bestimmtesten erklären. Die innere Scheide enthält überall auch an ihrem oberen Rande unverschmolzene, nicht einmal sehr fest zusammenhängende Zellen, und die Löcher, mögen sie nun künstlich sein oder nicht, sind nichts als Lücken zwichen den Zellen; dies sieht man selbst ohne Anwendung von Reagentien, ganz schön aber nach Application von Kali und Natron. Die

von *Reichert* gerühmte Abbildung bei *Jäsche* ist sehr ungetreu und so nebelig, dass man wohl begreift, dass *Jäsche* die Contouren der Zellen nicht gesehen hat. *Huxley's* Schicht existirt, wie ich gezeigt habe, wirklich, und ist mit dem Oberhäutchen durchaus nicht zu verwechseln, wie *Reichert* (*Jahresbericht von* 1846) vermuthungsweise ausspricht, dagegen gehören *Reichert's* Zellen mit queren Kernen durchaus nicht der Scheide, sondern, wie schon erwähnt, den untersten Theilen des Oberhäutchens an. Die innere Wurzelscheide entspricht nicht ganz der Hornschicht der Epidermis, obschon sie zur Schleimschicht des Haarbalges (äussere Scheide) dieselbe Lage hat, wie diese zu derjenigen der Oberhaut. Ihre Zellen sind anders beschaffen als die Hornplättchen der Epidermis und gehen auch nicht direct in die Hornschicht im obern Theile des Haarbalges über.

§. 43.

Die erste Entwicklung der Haare anlangend, so waren früher die meisten Forscher der Meinung, dass dieselben in Einstülpungen der Haut sich bilden, bis nach und nach in Folge der ältern Beobachtungen von *Heusinger* und *Valentin* und der neuern von *Simon* eine andere Ansicht sich ausbildete, welche, obschon noch nicht ganz richtig, doch der Wahrheit viel näher liegt. Es hatte sich nämlich gezeigt, dass als Vorläufer der Haare zuerst gefärbte oder weisse Körperchen unter der Oberhaut, jedoch in Verbindung mit ihr entstehen, in welchen dann die Haare selbst sich bilden, woraus *Simon* den Schluss zog, dass zuerst die Haarsäcke und dann erst die Haare entstehen, was von *Bischoff* (*Entwicklungsg.* pg. 460) mit dem Zusatze angenommen wird, dass die Haarbälge wahrscheinlich, wie die primären Drüsenbläschen, durch Verschmelzung von Zellen sich bilden und die Lehre von der Einstülpung eine auf das spätere Ansehen gebaute Fiction sei.

Was mich betrifft, so bin ich zwar mit den Angaben von *Valentin* und *Simon* einverstanden, glaube aber dieselben theils vervollständigen, theils sicherer deuten zu können. Die ersten Anlagen der Wollhaare und ihrer Scheiden fand ich bei menschlichen Embryonen gerade wie *Valentin* am Ende des dritten oder im Anfange des vierten Monates, und zwar zuerst an Stirn und Augenbrauen. Es bestanden dieselben (Fig. 34. *A*) aus 0,02''' grossen Zellenhäufchen von warzenförmiger Gestalt, die schon dem blossen Auge als winzig kleine, zahlreiche, von regelmässigen Zwischenräumen getrennte, weissliche Pünctchen sichtbar waren. Bei der mikroskopischen Untersuchung ergab sich leicht, dass die weissen Wärzchen mit dem *Rete Malpighi* der Oberhaut, das um diese Zeit nur aus einer, höchstens zwei Zellenlagen besteht, continuirlich zusammenhingen und nichts anderes als ganz solide Fortsätze desselben waren, welche in schiefer Richtung in die Lederhaut eindrangen und hier in den



Maschen eines zierlichen Capillarnetzes drin lagen; ihre Zellen zeigten sich auch in der That denen der Schleimschicht der Oberhaut vollkommen gleich (Fig. 34. *B*), nämlich rund, 0,003—0,004''' gross und mit einer hellen körnigen Masse und runden Kernen von 0,002—0,003''' versehen. Von einer Umhüllung dieser Anlagen mit einem Theile der *Cutis* war keine Spur zu sehen, mit andern Worten das, was ich oben den eigentlichen Haarbalg genannt habe, noch gar nicht angelegt. In der 15ten Woche zeigten sich an den angegebenen Orten die Fortsätze der Schleimschicht der Oberhaut zum Theil schon grösser (0,025—0,03''' lang, 0,013—0,02''' breit), flaschenförmig von Gestalt und von blossem Auge noch leichter als weissliche, längliche, in Abständen von 0,06—0,1''' reihenweise geordnete Flecken zu erkennen. Dieselben waren immer noch durchaus solide, aus kleinen runden Zellen gebildete Körperchen wie früher und enthielten von einem Haare noch keine Spur. Dagegen fand sich jetzt um sie herum eine anfangs ganz zarte, nach und nach immer schärfer werdende Contour, die, wie die Behandlung mit Natron (Fig. 34. *B*) erwies, nur der mikroskopische Ausdruck einer besonderen um sie herumgelegten structurlosen Hülle war, die continuirlich in ein zwischen *Rete Malpighi* und *Cutis* gelegenes und mit ersterem fester verbundenes zartes Häutchen sich fortsetzte. Ausser dieser Hülle, die wohl nichts anderes als die auch an den ausgebildeten Haarbälgen vorhandene, von mir aufgefundene structurlose Membran (siehe §. 41) ist, kommt an den Haarbälgen noch hie und da eine äussere einfache Zellenlage vor, die meist nur in Fetzen, selten ganz mit denselben von der *Cutis* sich ablöst, in welcher ich die erste Andeu-

Fig. 34. *A.* Ein Stückchen der Oberhaut der Stirn eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo von der untern Fläche mit den Anlagen der Haarbälge und Haare *l*, 50 mal vergr. *B.* Eine solche Haaranlage, 350 mal vergr., von der Seite; *a.* Hornschicht der Oberhaut; *b.* Schleimschicht derselben; *i.* structurlose Haut aussen um die Haaranlage herum, die sich zwischen Schleimschicht und Corium fortzieht; *m.* rundliche, zum Theil längliche Zellen, welche die Haaranlage vorzüglich zusammensetzen.

tung der Faserlagen der Haarbälge sehe. In der 16ten und 17ten Woche vergrössern sich die Fortsätze der Schleimschicht sammt ihren Hüllen, die ich nun einfach Haaranlagen nennen will, bis zu 0,04—0,06‴ Länge und 0,03—0,04‴ Breite, verstärken sich in ihren Hüllen, zeigen jedoch noch keine Spur eines Haares; dagegen tritt jetzt in ihren Zellen eine etwelche Aenderung ein, indem diejenigen unter ihnen, die an die structurlose Hülle anstossen, sich, besonders am dickeren Ende der Haaranlagen, etwas verlängern und mit ihrer Längsaxe senkrecht auf die Fläche derselben stellen. Schon jezt zeigt sich auch, dass nicht alle Haaranlagen des Gesichtes gleich rasch vorrücken, und noch deutlicher wird dieses in der 18ten Woche, in der an den Augenbrauen zuerst die Haare sich zu zeigen beginnen. Dies geschieht so. Wenn die flaschenförmigen Haaranlagen bis zu 0,1 und 0,2‴ gewachsen sind, so zeigt sich als allererstes Zeichen weiterer Veränderungen, dass die centralen von den Zellen, welche die structurlose Hülle umschliesst, etwas sich verlängern und mit ihrer Längsaxe denjenigen der Anlagen sich gleichstellen, während die peripherischen Zellen mit ihrem nun ebenfalls länger gewordenen einen Durchmesser sich in die Quere legen. So entsteht eine verschiedene Schattirung der bisher noch ganz gleichmässig gebauten Haaranlagen und grenzt sich in denselben eine centrale kegelförmige, unten breite, nach oben spitz auslaufende Masse von einer unten schmalen, oben stärkeren Rinde ab (Fig. 35. *A*). Ist die Haaranlage 0,22‴ lang, so wird diese Abgrenzung noch deutlicher, indem dann der etwas länger und besonders breiter gewordene innere Kegel ein lichteres Ansehen gewinnt und so ganz scharf von den peripherischen Zellen sich markirt (Fig. 35. *B*). Endlich scheidet sich auch an Haaranlagen von 0,28‴ der innere Kegel in zwei Gebilde, ein centrales, etwas dunkleres und ein äusseres, ganz durchsichtiges, glashelles, Haar und innere Wurzelscheide, während nunmehr die peripherischen, undurchsichtig gebliebenen Zellen als äussere Wurzelscheide nicht zu verkennen

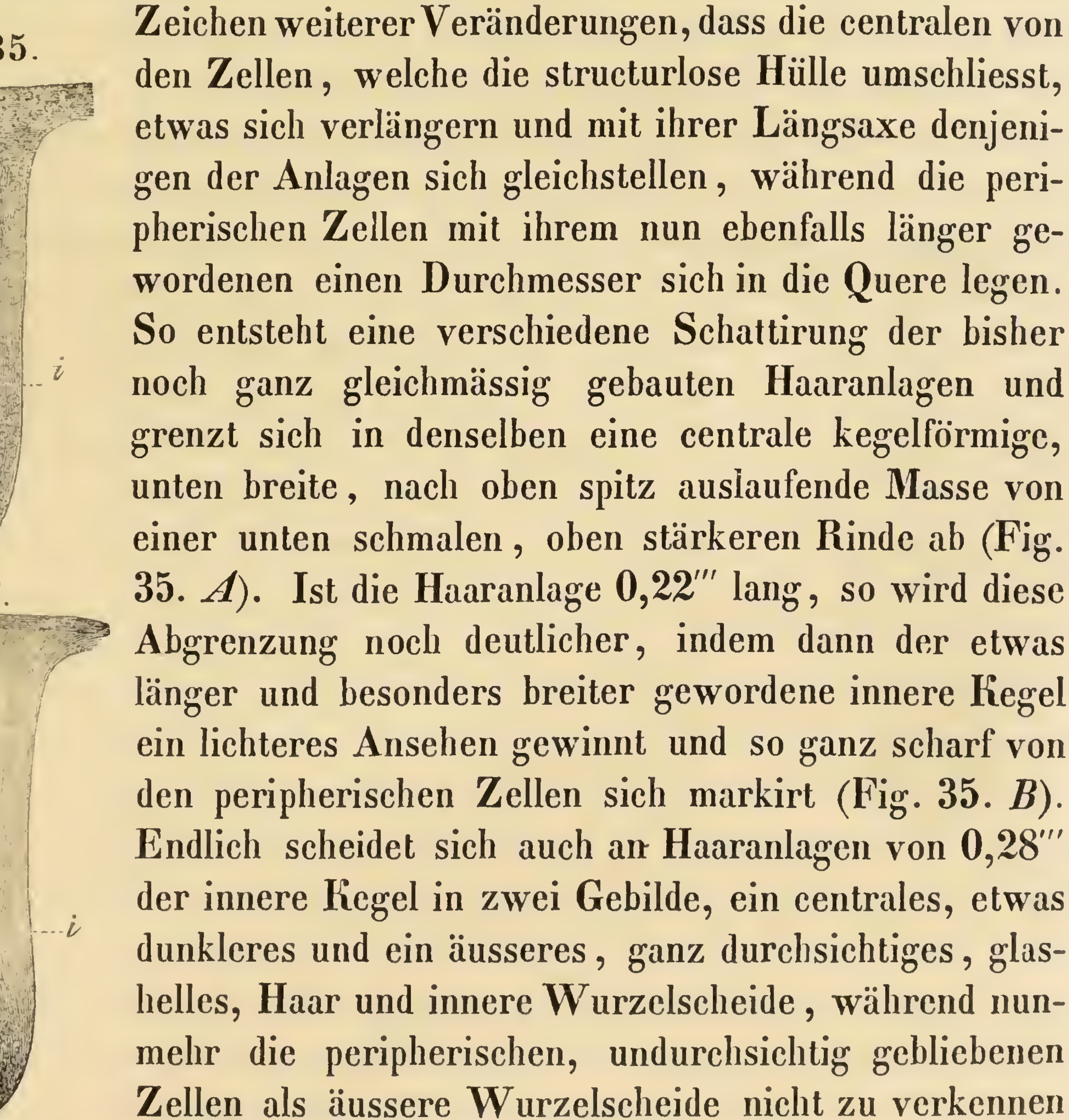
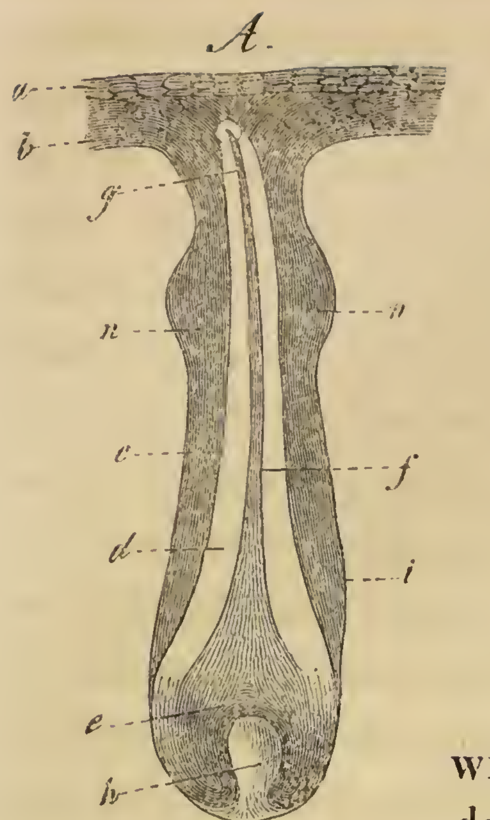
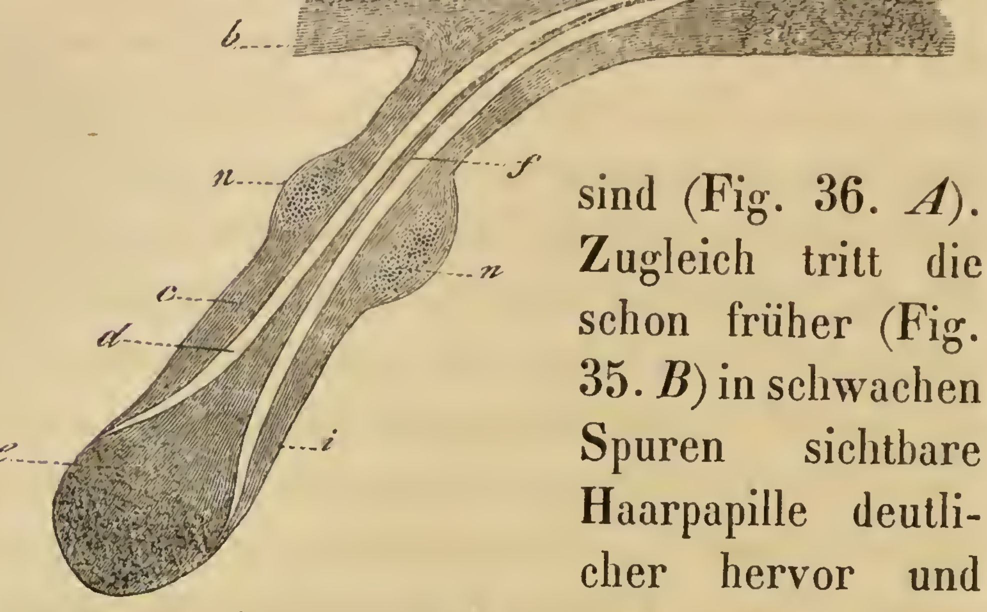


Fig. 35. Anlagen der Haare der Augenbrauen, 50 mal vergr. *A*. Anlage von 0,2‴ Länge, deren innere Zellen von den äussern sich etwas abzugrenzen beginnen und einen schwach angedeuteten längsstreifigen Kegel bilden. *B*. Eben solche von 0,22‴ Länge, deren innere Zellen einen deutlichen Kegel bilden, noch ohne Haar, aber mit angedeuteter Papille. *a*. Hornschicht der Oberhaut; *b*. Schleimschicht derselben; *c*. äussere Wurzelscheide des späteren Balges; *i*. structurlose Haut aussen an derselben; *h*. *Papilla pili*.

Fig. 36.





sind (Fig. 36. *A*). Zugleich tritt die schon früher (Fig. 35. *B*) in schwachen Spuren sichtbare Haarpapille deutlicher hervor und wird auch der eigentliche Haarbalg kenntlicher, indem die äusserlich an seiner structurlosen Haut gelagerten Zellen in Fasern überzugehen beginnen, und schon jetzt in ihrer sich kreuzenden Richtung sich kund geben. Vollkommen in derselben Weise, wie an den Augenbrauen, entstehen auch die Haarbälge und Haare an den übrigen Orten, nur fällt ihre Bildung in eine etwas spätere Zeit. In der 15ten Woche sind ausser an Stirn und Brauen noch keine Haaranlagen sichtbar, in der 16ten und 17ten Woche treten sie am ganzen Kopfe, Rücken, Brust und Bauch auf, in der 20ten Woche erst an den Extremitäten. Die Haare selbst zeigen sich nie früher als 3—5 Wochen nach Entstehung der Haaranlagen, so sind z. B. in der 19ten Woche, ausser an Stirn und Augenbrauen, nirgends Haare in den Anlagen zu sehen und in der 24sten Woche mangeln dieselben noch an Hand, Fuss und zum Theil am Vorderarm und Unterschenkel. Ueberall erscheinen sie uranfänglich in Gestalt gestreckter, conischer, blasser

Fig. 36. *A*. Haaranlage von den Augenbrauen mit eben entstandenem, aber noch nicht durchgebrochenem Haar von 0,28‴ Länge. Die innere Wurzelscheide überragt oben die Haarspitze in etwas und seitlich am Halse des Balges zeigen sich in Gestalt zweier warzenförmigen Auswüchse der äussern Wurzelscheide die ersten Anlagen der Talgdrüsen. *C*. Haarbalg von ebendaselbst mit eben durchgebrochenem Haar. Die innere Wurzelscheide ragt in die Oeffnung des Haarbalges hinein; Talgdrüsenanlagen sind hier noch keine da. *B*. Haarbalg von der Brust eines 17 Wochen alten Embryo. Das Haar ist noch nicht durchgebrochen und liegt mit seiner Spitze und einem Theile seiner innern Wurzelscheide flach unter der Hornschicht der Oberhaut, zum Theil selbst zwischen den Lamellen derselben. Die Buchstaben *a*, *b*, *c*, *h*, *i*, bedeuten dasselbe, wie in Fig. 35. *e*. Haarzwiebel; *f*. Haarschaft; *g*. Haarspitze; *n*. Anlagen der Talgdrüsen.

Körper, mit sehr dünnem Schafte, ungemein feiner Spitze und ziemlich dicker Wurzel, fast wie sie *Simon* von Schweineembryonen schildert. Die Wurzel eines jeden dieser jungen Haare sitzt in dem dickeren Ende je eines flaschenförmigen Fortsatzes der Oberhaut, die Spitze in den an das *Stratum Malpighi* stossenden Hälsen derselben, ohne die Hornschicht der Oberhaut zu erreichen oder gar zu durchbohren (Fig. 36. *A*), und um dieselben, sowie um den Schaft herum zieht sich bis zur Wurzel herab eine nach unten dickere, durchsichtige Hülle, als die erste Anlage der innern Wurzelscheide, während der äussere Theil der Fortsätze ganz deutlich als äussere Wurzelscheide und faseriger Haarbalg erscheint.

Frägt man nach den specielleren Verhältnissen der Bildung dieser ersten Haare und ihrer Scheiden, so möchte wohl sicher sein, dass die ersten Anlagen derselben von der Schleimschicht der Oberhaut aus durch eine Wucherung derselben nach innen sich bilden, denn wenn es auch nicht möglich ist, die Art und Weise der Wucherung genau darzulegen, so ist doch das Auftreten der warzenförmigen Fortsätze an der Innenfläche der Schleimschicht, die continuirlich mit ihr zusammenhängen, denselben Bau wie sie zeigen und nach und nach sich vergrössern, so sprechend, dass ich in Bezug auf diesen Punct nicht die geringsten Zweifel hege. In diesen Fortsätzen, die anfänglich aus ganz gleichmässigen Zellen bestehen, tritt mit der Zeit ein verschiedenes Verhalten der innern und äussern Zellen ein in der Weise, dass die ersteren einmal ganz in der Axe der Haaranlage zu einem kleinen zarten Haar, und zweitens rings um dasselbe herum zu einer innern Scheide desselben verhornen, während die letztern mehr unverändert und weich bleiben und als äussere Scheide und weiche Zellen der Haarzwiebel erscheinen. In Bezug auf die hierbei stattfindenden Vorgänge ist im Speciellen noch das zu erläutern, ob Haar und innere Scheide von Einem Puncte aus, oder gleich in ihrer Totalität als kleines Haar und vollkommene Scheide entstehen. Darüber, dass nicht die Haarspitze zuerst da ist und dann allmälig der Schaft und die Wurzel sich nachbilden, bin ich mit *Simon* ganz einverstanden, allein auf der andern Seite kann ich nicht mit ihm übereinstimmen, wenn er anzunehmen scheint, dass die Wurzel zuerst zum Vorschein komme und die übrigen Theile aus sich hervortreibe. So viel man nämlich auch Haaranlagen aus dem vierten und fünften Monat untersuchen mag, so sieht man doch nie eine Spur eines allmäligen Hervorwachsens von Haar und innerer Scheide, sondern immer nur die Haaranlagen 1) aus weichen ganz gleichmässigen Zellen gebildet, 2) aus innern senkrecht gestellten, hellern und äussern dunklern Elementen bestehend, endlich 3) mit jungen Haaren versehen, die sich

durch ihre ganze Länge erstrecken und eine vollkommene innere Scheide haben. Ich bin daher ganz und gar gegen die Annahme einer allmäligen Entwicklung der fraglichen Theile vom Grunde der Haaranlagen aus, um so mehr, da ich auch beim Haarwechsel (siehe unten §. 45) dasselbe, nämlich die Entstehung der Haare gleich in ihrer ganzen Länge mit Spitze, Schaft und Zwiebel gesehen habe. Eine Beobachtung *Simon's* allein scheint gegen meine Annahme zu sprechen, die nämlich, dass bei den Anlagen der gefärbten Haare von Schweineembryonen das Pigment zuerst an der Stelle der spätern Haarzwiebel auftritt; allein wenn auch die Pigmentkörner in den centralen Zellen der Haaranlagen nicht überall zu gleicher Zeit auftreten, so ist doch damit nicht gesagt, dass die Umwandlung dieser Zellen in Haarelemente, ihr Verhornen nicht allerwärts, oben, unten, in der Mitte zugleich stattfinde. — Die Elemente der jüngsten Haare scheinen nichts als verlängerte Zellen, ähnlich denen der Rinde der spätern Haare zu sein, deren Entstehung wohl unzweifelhaft durch Verlängerung und chemische Umwandlung der innersten Zellen der Haaranlagen zu denken, aber nicht wirklich zu beobachten ist. Markzellen fehlen gänzlich, dagegen ist das Oberhäutchen deutlich vorhanden. Die innere Scheide ist streifig, hat keine Lücken und scheint aus Zellen zu bestehen, deren Entwicklung ich ebenfalls nur vermuthungsweise durch eine Metamorphose der zwischen Haar und äusserer Scheide gelegenen Zellen erkläre. — Der eigentliche Haarbalg bildet sich in seinen Faserlagen wesentlich *in loco* aus den die Haaranlage umgebenden Bildungszellen der *Cutis*, kann aber möglicherweise auch als eine Einstülpung der *Cutis* durch die hervorsprossenden Oberhautfortsätze gedacht werden. Sein structurloses Häutchen, das schon so früh erscheint, möchte in einer engen Beziehung zu den äusseren Zellen der Haaranlagen, resp. der äussern Wurzelscheide stehen und ähnlich den *Membranae propriae* der Drüsen durch eine Ausscheidung derselben sich bilden, doch stehen mir in Betreff dieses Punctes keine bestimmten Thatsachen zu Gebote, so wenig als über die Entstehung der Haarpapille, die man *a priori* als eine Wucherung des faserigen Theiles des Haarbalges aufzufassen geneigt ist, wogegen nur der Umstand spricht, dass sie zu einer Zeit erscheint, wo der Haarbalg noch kaum als Ganzes sich nachweisen lässt, und dass sie immer mit der Anlage von Haar- und Wurzelscheiden sich herauszieht. Vielleicht entsteht auch sie *in loco* mitten in der Zellenmasse, die später zur Haarzwiebel wird und setzt sich erst später mit dem übrigen faserigen Haarbalg in Verbindung.

Die weitere Entwicklung der einmal gebildeten Haare ist nun einfach folgende. Die jungen Haarbälge verlängern sich immer mehr, wie

mir schien vorzüglich durch Massenzunahme des Restes der Zellen der ursprünglichen Fortsätze der Oberhaut, die jetzt schon bestimmt die äussere Wurzelscheide und den untersten Theil der Haarzwiebel darstellen, während auch der faserige Theil des Haarbalges sich ausdehnt, indem seine Fasern wahrscheinlich selbständig sich verlängern, vielleicht auch neue zwischen die alten sich einschieben. Zugleich beginnen die Haare selbst zu wachsen und durchbohren zum Theil die Epidermis unmittelbar (Augenbrauen, Wimpern) (Fig. 36. *C*), zum Theil schieben sie sich mit ihren Spitzen zwischen Hornschicht und *Stratum Malpighi* oder in die Elemente der Hornschicht selbst hinein (Fig. 36. *B*) und wachsen noch einige Zeit lang, bedeckt von der Oberhaut, fort (Brust, Bauch, Rücken, Extremitäten [?]), um endlich ebenfalls durchzubrechen. Der Vorgang, der bei diesem Durchbruch stattfindet, ist wahrscheinlich grösstentheils ein mechanischer, bewirkt durch das Andrängen der stärker und fester werdenden Haare an die um diese Zeit noch zarte Oberhaut. Ich schliesse dies namentlich aus dem Umstande, dass wenigstens bei menschlichen Embryonen nicht bloss das Haar, sondern auch die innere Wurzelscheide durchbricht und frei zu Tage kommt (Fig. 36. *C*); wahrscheinlich ist vorzüglich sie es, die als festeres Gebilde der weichen Haarspitze gleichsam Bahn bricht. Doch wäre es auch möglich, dass, wie ebenfalls *Bischoff* vermuthet, eine um diese Zeit stattfindende Loslösung der obersten Epidermislage ihr Hervortreten beförderte, da ja das Vorkommen einer Desquamation der Oberhaut beim Embryo ganz constatirt ist und gerade der Anfang der stärksten und letzten Abschuppung, die mit der Bildung der *Vernix caseosa* endet, in die Zeit des ersten Hervorbrechens der Haare fällt (siehe §. 20). Wenn *Ibsen* und *Eschricht* melden (l. c. pg. 41), dass bei Faulthier- und Schweineembryonen die eben hervorgebrochenen Haare noch von einem häutigen Ueberzuge bekleidet und an die Haut angedrückt seien, so ist dies sicherlich nichts anderes als das, was ich auch beim Menschen am Rumpfe gesehen habe (Fig. 36. *B*), dass die Haarspitzen und die äussersten Theile der innern Wurzelscheide vor ihrem Durchbruch flach unter und in der Hornschicht der Epidermis liegen. Ich kann nämlich in der angegebenen Haut nichts als die oberste Lage der Epidermis sehen, die um diese Zeit einzig aus platten, aber noch kernhaltigen Zellen besteht und die Hornschicht darstellt, keineswegs aber eine ganz eigenthümliche Hülle, wie *Ibsen* glaubt, denn wenn dieselbe auch in den zelligen Ueberzug der Nabelschnur sich fortsetzt, so ist damit ihre nicht epidermatische Natur durchaus nicht bewiesen. Einstülpungen der Haut, die den durchbrechenden Haaren entgegenwachsen, sind nie und nimmer zu sehen, und es beruht daher die Annahme von solchen rein auf subjectiver Basis.

Die Wollhaare, *Lanugo*, sind kurze feine Härchen, deren eigenthümliche Stellung oben schon berührt wurde. Dieselben messen an der Zwiebel 0,01‴, am Schaft 0,006‴, an der Spitze 0,0012—0,002‴, sind hellblond oder fast farblos, bestehen vorzüglich aus Rindensubstanz und brechen eben so wenig allerwärts zugleich durch, als ihre Anlagen zu derselben Zeit sich bilden, vielmehr zeigen sie auch in Bezug auf dieses Verhältniss dieselben Unterschiede, die sonst in ihrer Entwicklung sich kund geben, so dass zwischen dem Durchbruch der ersten Härchen an Augenbrauen, Stirn (meist in der 19ten Woche) und denen der Extremitäten (in der 23ten bis 25ten Woche) ein Zeitraum von 5 bis 6 Wochen liegt, und erst am Ende des 6ten oder im Anfange des 7ten Monates der Durchbruch vollendet ist. Die Wollhaare besitzen kein Mark, wohl aber ein Oberhäutchen. Die Zwiebel ist beim Menschen meist ungefärbt, seltener, wenigstens hier in Franken, schwärzlich, und sitzt auf einer oft sehr deutlichen Haarpapille auf, welche vom Grunde des Haarbalges wie gewöhnlich sich erhebt. An diesem unterscheidet man jetzt schon die longitudinale und transversale Faserlage und ebenso die Glashaut. Sein Epidermisüberzug ist sehr entwickelt. Die äussere Wurzelscheide misst 0,004—0,008‴, selbst 0,012‴ und besteht durch und durch aus kernhaltigen rundlichen Zellen, wie die der untersten Zwiebel; die innere Scheide, von der relativ sehr bedeutenden Breite von 0,006—0,008‴, ist glashell und besitzt, wenn auch anfänglich eine grössere Länge, doch denselben Bau wie später, nur fehlen in ihrer äussern Schicht die Lücken.

Nach ihrem Hervorbrechen wachsen die Wollhaare langsam fort, bis zur Länge von etwa ¼—½″ und zwar am Kopfe mehr als an den übrigen Theilen, bleiben in ihrer Mehrzahl bis ans Ende des Fötallebens bestehen und färben sich nach und nach etwas dunkler, in manchen Fällen, wie am Kopfe, selbst schwärzlich, ein anderer ganz geringer Theil fällt ab, gelangt ins Fruchtwasser, wird mit demselben oft vom Fötus verschluckt und ist dann im *Meconium* zu finden. Ein eigentliches Abwerfen der Haare findet sich nach dem, was ich sehe, in der Fötalperiode durchaus nicht, vielmehr kommen die Kinder mit der *Lanugo* zur Welt; eben so wenig zeigt sich aber auch nach ihrem gänzlichen Hervorbrechen ferner noch eine Spur von einer Haarbildung, wenigstens kann ich meinen bisherigen Erfahrungen zufolge *Günther's* Ausspruch (pg. 307), dass man auch später fast zu allen Zeiten des Fötallebens neben älteren Haaren noch ganz junge Haarbälge finde, nicht beistimmen.

Valentin nimmt an, dass alle Haare der Embryonen zu derselben Zeit sich entwickeln und gleichmässig fortschreiten (pg. 275). Dies ist allerdings für die von ihm angeführten Theile so ziemlich richtig, gilt aber

nicht von allen, indem, wie auch *Eschricht* meldet, die des Gesichtes bei weitem zuerst, die der äussersten Abschnitte der Extremitäten am allerletzten entstehen. Nach *Valentin* sollen die Haare im fünften Monate spärlicher als die Hautdrüsen (Talgdrüsen) sein und erst im achten denselben an Zahl gleichkommen. Dies ist unrichtig und kann nur auf einer Verwechslung der Talgdrüsen mit den Schweissdrüsen beruhen (siehe unten bei diesen). — Bei Thieren sind die Wollhaare bald farblos, bald gefärbt, letzteres ist beim Menschen bestimmt an vielen Orten selten, ob da, wo dunkle Haare vorwiegen, häufiger, bleibt dahingestellt. Krümmungen der jungen, noch nicht ausgebrochenen Haare, wie sie *Simon* vom Schweine abbildet, finden sich beim Menschen nicht. — Die innere Wurzelscheide, die anfangs bis zur Mündung des Haarbalges reicht, tritt später in das gewöhnliche Verhältniss, sobald der obere Theil der Haarbälge mit den Talgdrüsenanlagen sich mehr entwickelt. — Haaranlagen, deren innere Zellen sich von den äusseren etwas abgrenzen, messen 0,1—0,2''' Länge, 0,056''' Breite am Grunde, 0,036''' in der Mitte, 0,03''' oben; solche mit inneren hellen Kegel ohne Haar 0,22''' Länge, 0,06''' Breite am Grunde, 0,036''' am Halse, der innere Kegel unten, wo er am breitesten ist, 0,026''', in der Mitte 0,02''', oben 0,01'''; ein Haarbalg mit eben entstandenem Haar (Fig. 36. *c*) 0,28''' Länge, 0,072''' Breite am Grunde, 0,05''' am Halse, Haar und innere Scheide zusammen 0,016—0,02''', die Haarpapille 0,024''' Breite, 0,03''' Länge; ein eben ausgebrochenes Haar misst da, wo es herauskommt 0,003''', mit der innern Scheide oben 0,018''', unten 0,024'''.

§. 44.

Die Art und Weise, wie die Haare nach der Geburt sich verhalten, war bisher noch sehr unbekannt; man nahm zwar an, so z. B. *Valentin* und *Henle*, dass die Wollhaare zum Theil selbst am Kopfe ausfallen und neue an ihre Stelle treten, allein es fehlte jeder genauere Beleg für das Wann und Wie dieses Vorganges durchaus. Ich habe nun gefunden, dass, wenigstens in manchen Fällen, nach der Geburt ein totaler Haarwechsel stattfindet, in der Weise, dass in den Haarbälgen der Wollhaare selbst neue Haare entstehen, die allmälig die alten verdrängen, ähnlich dem, was nach *Heusinger's* und *Kohlrausch's* Beobachtungen beim Haarwechsel der Säugethiere vor sich zu gehen scheint. Die ersten Erfahrungen, die mich zur Erkenntniss des Zustandekommens eines Haarwechsels beim Menschen führten, machte ich an den Wollhaaren eines Neugebornen. Hier waren alle Haare ohne Ausnahme an ihrem untern Ende von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit. Einmal nämlich (siehe Fig. 37., die denselben Zustand von Augenwimpern eines einjährigen Kindes darstellt,) fand sich hier nicht, wie früher, eine einfache keulenförmige oder rundliche Anschwellung, sondern es ging von der allerdings vorhandenen Haarzwiebel noch ein längerer cylindrischer Fortsatz entweder etwas seitlich oder gerade nach unten ab, der



erst an seinem Ende eine Grube zur Aufnahme der Haarpapille besass; zweitens erstreckte sich das Haar nicht in den Fortsatz der Haarzwiebel hinein, sondern endete in dieser selbst und zwar eigenthümlicher Weise ganz scharf abgesetzt mit einem etwas dickeren, am Rande gezackten und wie das Haar selbst dunkleren Kölbchen, und drittens endlich war die innere Wurzelscheide sowohl unten wie oben nur noch in Andeutungen vorhanden oder selbst gar nicht da, während die äussere Scheide sich vollkommen entwickelt zeigte, rund um das Haarkölbchen herumging, die eigentliche Zwiebel bildete und continuirlich mit den erwähnten Fortsätzen zusammenhing. Der Bau der letztern, deren Länge 0,045 — 0,1‴ betrug, war genau derselbe, wie derjenige der äusseren Wurzelscheiden, d. h. sie bestanden durch und durch aus kleinen, rundlichen, kernhaltigen und pigmentlosen Zellen, und es lassen sich dieselben dieser Uebereinstimmung und des schon geschilderten Zusammenhanges mit der äussern Wurzelscheide wegen ebenso gut als Ausläufer dieser letzteren betrachten. — Die Haare selbst zeigten auch an ihrem untersten Theile keine Spur von jüngeren Bildungen, von noch weichen rundlichen Zellen, wie sie sonst vorkommen, sondern bestanden aus durchweg verhornten, denen des Haarschaftes gleichen Elementen.

Hätte ich diese sonderbaren Haarwurzelbildungen nur an einigen wenigen Haaren gefunden, so würde ich ihnen wohl keine zu grosse Aufmerksamkeit geschenkt haben, da aber dieselben an allen Haaren vorkamen, so war gleich einleuchtend, dass ihnen eine besondere Bedeutung innewohne, doch gelang es mir bei Neugebornen nicht, über den wahren Sachverhalt ins Reine zu kommen. Es wurde mir zwar bei ausgedehnteren Untersuchungen leicht zu constatiren, wie schon vor dem Ende des Embryonallebens gewöhnlich beschaffene Haare nach und nach in die eben beschriebenen übergehen, indem die Zellenmassen der Haarzwiebel und der mit ihr verbundenen Theile der äussern Wurzelscheide wuchernd sich verlängern, während die Haare selbst zu wachsen aufhören, auch in ihren untersten Theilen verhornen und ihre innere Wurzelscheide nach und nach wahrscheinlich durch Resorption verlieren; auch sah ich

Fig. 37. Ausgezogene Augenwimper eines einjährigen Kindes mit einem Fortsatze von 0,12‴ der Haarzwiebel oder, weil die Haare unten schon ganz scharf abgesetzt enden, besser der äussern Wurzelscheide, welcher Fortsatz eine Grube zur Aufnahme der Haarpapille besitzt, 20 mal vergrössert. *a.* Aeussere Wurzelscheide; *c.* Grube zur Aufnahme der Haarpapille; *d.* Zwiebel des Haares; *e.* Schaft desselben; *l.* Uebergang der äusseren Wurzelscheide in die Schleimschicht der Oberhaut; *i.* Talgdrüsen (ohne Bindehülle), die mit dem Haare aus seiner Scheide sich herausgezogen haben.

Haare, deren Zwiebeln neben einem grösseren noch mehrere kleinere Fortsätze (bis auf 4) besassen, die zum Theil deutlich von der äussern Wurzelscheide selbst ausgingen, und fand an den Augenwimpern die Fortsätze länger als an den übrigen Haaren; allein zu ermitteln, was aus diesen verschiedenen Bildungen hervorgeht, das gelang mir nicht. Erst als ich ein fast einjähriges Kind zur Untersuchung bekam, erhielt ich den gewünschten Aufschluss. Hier nämlich fand ich an den Augenwimpern die in den Figg. 38. u. 39. gezeichneten Formen, welche unläugbar darthaten, dass jene Verlängerungen der Haarzwiebeln oder der äussern Wurzelscheide im Grunde der Haarbälge nichts anderes als die Einleitung zur Bildung neuer Haare in den Bälgen der alten sind.

Fig. 38.

Ohne vorher alle die angegebenen Formen zu schildern, will ich gleich der Reihe nach die Veränderungen durchgehen, welche bei diesem Haarwechsel stattfinden. Wenn man von den schon beschriebenen Haarwurzeln mit Fortsätzen nach unten, welche auch beim einjährigen Kinde noch an einigen Augenwimpern sich fanden (Fig. 37.), ausgeht, so bemerkt man, dass in den Fortsätzen, indem sie noch länger und dicker werden, eine Sonderung der äussern und innern Zellen eintritt, ähnlich derjenigen, die schon oben bei der Entstehung der Wollhaare in den Fortsätzen des *Stratum Malpighi* der Haut geschildert wurde. Während nämlich die äussern Zellen besagter Fortsätze rund und ungefärbt bleiben, wie sie es früher waren, fangen die innern an, Pigment in sich zu entwickeln und sich zu verlängern, und grenzen sich zugleich als eine kegelförmige mit der Spitze nach oben gerichtete Masse von den ersteren ab. Anfänglich nun (Fig. 38. *A*) ist diese mittlere Masse ganz weich und wie die äusserlich sie umgebenden Zellenschichten in Natron leicht löslich; später jedoch, nachdem sie sammt

Fig. 38. Ausgezogene Augenwimpern eines einjährigen Kindes, 20 mal vergr. *A*. Eine solche mit einem Fortsatze der Zwiebel oder äussern Wurzelscheide von 0,25‴, in welchem die centralen Zellen länglich sind (ihr Pigment ist nicht wiedergegeben) und als ein deutlicher Kegel von den äusseren sich abgrenzen. *B*. Augenwimper, in deren Fortsatz von 0,3‴ Länge der innere Kegel in ein Haar und eine innere Wurzelscheide umgebildet ist. Das alte Haar ist höher heraufgerückt und besitzt ebenso wenig wie in *A*. und Fig. 37. eine innere Wurzelscheide. *a*, *c*, *d*, *e*, *i*, *l* wie in Fig. 37. *b*. Innere Wurzelscheide des jungen Haares; *f*. Zwiebel; *g*. Schaft; *h*. Spitze des jungen Haares; *k*. drei Schweisskanäle, die in *A*. in den obern Theil des Haarbalges einmünden.

Fig. 39.

dem Fortsatze, der sie einschliesst, sich noch mehr in die Länge gezogen hat, werden ihre Elemente härter und scheiden sich zugleich in zwei Theile, einen innern dunkleren, pigmentirten und einen äussern hellen, die nichts anderes als ein junges Haar sammt seiner innern Scheide sind (Fig. 38. *B*). Und so zeigt sich mit einem Male, was die räthselhaften Fortsätze der Haarzwiebeln bedeuten.

Die weitere Entwicklung der bezeichnetermassen in einem Balge befindlichen zwei Haare war besonders schön zu verfolgen. Dieselbe zeigt als Hauptmomente die, dass während einerseits das junge Haar mit seinen Scheiden immer mehr wächst und sich verlängert, anderseits das alte, schon längst im Wachsthume stillstehende immer mehr nach aussen geschoben wird. Eine Vergleichung der Figg. 38. *B* u. 39. wird diese Vorgänge besser als jede ausführliche Beschreibung versinnlichen. In Fig. 38 *B* ist das secundäre Haar eben erst entstanden, mit seiner Spitze nicht über seine innere Wurzelscheide hervorragend und von einer mässig langen äussern Wurzelscheide umhüllt, während das Wollhaar noch in einem ziemlich langen Balge steckt. In Fig. 39. *A* ist das junge Haar mit seiner Spitze schon bis zur Oeffnung des alten Balges gedrungen, seine Wurzelscheiden haben sich verlängert und die innere ist neben der Zwiebel des abgestorbenen Haares in die Höhe gewachsen, welche weiter hinaufgerückt ist. In Fig. 39. *B* endlich ist das junge Haar ganz herausgetreten und kommt neben dem alten noch höher hinaufgeschobenen zu derselben Oeffnung heraus, und zugleich hat sich auch seine innere Wurzelscheide noch mehr verlängert und reicht nun bis an die Insertionsstellen der Talg- und Schweissdrüsen, welche letztere auffallender Weise äusserst häufig, in einem Falle selbst zu dreien, in das obere Ende der Haarbälge der Augenwimpern einmünden. Ist einmal die

Fig. 39. Zwei Augenwimpern mit den Wurzelscheiden von einem einjährigen Kinde, jede mit einem alten und einem hervorwachsenden jungen Haar, 20 mal vergr. *A*. Eine solche mit einem jungen Haar, dessen Spitze schon bis an die Mündung des alten Balges reicht, während das alte Haar noch höher gerückt ist als in Fig. 38. *B*. *B*. Das junge Haar ist gänzlich herausgetreten und es kommen nun zwei Haare zu einer Oeffnung heraus. Die Zwiebel der alten Haare sitzt jetzt gleichsam nur in einer Ausbuchtung des Haarbalges des jungen Haares. Ein Schweisskanal mündet in den Haarbalg. Die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in Fig. 38.

Entwicklung der jungen Haare so weit gediehen, so ergibt sich das letzte Stadium fast von selbst. Das alte schon längst nicht mehr wachsende und mit dem Grunde des Balges nicht mehr in Verbindung stehende, ganz nach aussen geschobene Haar fällt aus, während dagegen das junge Haar noch grösser und stärker wird und die von dem alten gelassene Lücke ausfüllt.

Dies in allgemeinen Umrissen die Art und Weise, wie an dem angegebenen Orte der Haarwechsel zu Stande kommt. Mit Bezug auf Einzelheiten will ich nur noch den Process, der das Absterben und Heraufrücken des alten Haares bewirkt, etwas näher beleuchten. Als das *Primum movens* hierbei betrachte ich die Entstehung der geschilderten Fortsätze der Haarzwiebeln und äusseren Wurzelscheiden im Grunde der Bälge. Diese treiben, da die Bälge sich nicht auch entsprechend verlängern, alle über ihnen gelegenen Theile in die Höhe und setzen einen immer grössern Zwischenraum zwischen der Haarpapille und dem eigentlichen Haar, oder dem Puncte, wo die runden Zellen der Zwiebel anfangen sich zu verlängern und zu verhornen. So wird das Haar gewissermassen von seinem ernährenden Boden abgehoben, erhält immer weniger Zufuhr von Blastem, steht endlich im Wachsthum stille und verhornt auch in seinen untersten Theilen. Die Zellen der Fortsätze dagegen, die mit der Papille in Verbindung stehen, beziehen aus derselben fortwährend neues Bildungsmaterial und benutzen dasselbe, aus freilich unbekannten Gründen, vorläufig nicht zur Bildung von Hornsubstanz, sondern zu ihrem eigenen Wachsthum. So erreichen die Fortsätze eine immer bedeutendere Länge und drängen auf ganz mechanische Weise die verhornte alte Haarwurzel sammt ihren Scheiden ganz nach oben bis an die Einmündungsstellen der Talgdrüsen, woselbst allem Anschein nach eine theilweise Auflösung der alten Scheiden stattfindet. Ganz sicher zu constatiren ist eine solche für die innere Scheide, welche selbst an noch tief stehenden alten Haaren meist nicht mehr vorhanden ist, und was die äussere Scheide anbelangt, so lässt sich von derselben doch kaum annehmen, dass sie aus den Haarbälgen herausgestossen werde und gleichsam durch wiederholte Desquamationen der Haut um die Mündungen der Bälge herum mit dem heraustretenden Haar sich verkürze und es ist daher wohl das beste die Verkürzung derselben gerade wie das Schwinden der innern Scheide von einem mit dem Absterben des alten Haares eingeleiteten und während seines Nachobenrückens beständig fortdauernden Resorptionsprocesse abhängig zu machen.

Alles bis jetzt über den Haarwechsel angegebene gilt nur für die Augenwimpern. Die Kopfhaare und übrigen Körperhaare des erwähnten fast einjährigen Kindes enthielten nur je Ein Haar, zeigten aber an ihrer

Zwiebel dieselben Fortsätze, die oben von den Haaren Neugeborener geschildert wurden, nur etwas stärker. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich aus dem Vorhandensein dieser Fortsätze auf das Vorkommen eines Haarwechsels auch bei ihnen schliesse, dagegen weiss ich nicht, wie bald derselbe zu Stande kommt und ob derselbe der erste ist, dem sie unterliegen. Sicher ist auch, dass bei vielen Kindern innerhalb der ersten 2 bis 6 Monate nach der Geburt die Kopfhaare ausfallen und neue an deren Stelle treten, dagegen habe ich noch keine Beobachtungen darüber, ob dieser Wechsel in derselben Weise stattfindet, wie ich es an den Augenwimpern sah, und es werden daher fernere Erfahrungen nöthig sein, um sowohl hierüber, wie auch über die Frage, in welchem Zeitraume dieser erste Haarwechsel stattfindet, an welchen Haaren derselbe zu Stande kommt und ob später vielleicht noch andere solche auftreten, Aufschluss zu geben.

Vergleichen wir zum Schlusse noch den Haarwechsel mit der ersten Entwicklung der Haare, so finden wir eine grosse Aehnlichkeit. Bei beiden Vorgängen entwickeln sich einmal aus dem *Stratum Malpighi*, hier der Haut selbst, dort der Haarbälge und Haare, längliche, durch und durch aus runden weichen Zellen gebildete Fortsätze nach Art von Sprossen. In diesen sondern sich dann, hier wie dort, die innern von den äussern Zellen und gestaltet sich, während letztere zur äussern Wurzelscheide werden, aus jenen die innere Scheide und das Haar. Dieses entsteht, und dies ist beim Haarwechsel noch deutlicher als bei der ersten Entwicklung, nicht mit der Spitze oder Wurzel zuerst, sondern, gleich den Nägeln, mit allen seinen Theilen auf einmal als ein kleines, mit Spitze, Schaft und Wurzel versehenes Haar und fängt erst nachträglich zu wachsen an, wodurch es in allen seinen Theilen sich vergrössert und endlich an die Oberfläche tritt. Die Differenzen zwischen beiden Bildungsweisen sind sehr unbedeutend und beruhen vorzüglich darauf, dass die haarbildenden Fortsätze in dem einen Falle von den Haaren selbst ausgehen, in dem andern nicht, und dass die jungen Haare, obschon sie in beiden Fällen zuerst in einem ganz geschlossenen Raume liegen, doch in dem einen leichter zu Tage treten als in dem andern.

Beim periodischen Haarwechsel der Thiere scheinen ähnliche Vorgänge, wie die, die ich beim Haarwechsel des Menschen nach der Geburt gefunden habe, vorzukommen. Schon *Heusinger's* Beobachtungen lehren wenigstens so viel, dass die neuen Haare in den Bälgen der alten entstehen, geben dagegen über die spicielleren Verhältnisse keine grosse Auskunft. *Heusinger* lässt die jungen Haare als kleine schwarze Kügelchen neben den alten Zwiebeln erscheinen, welche dann wachsen, zu neuen Haaren werden und dicht neben den alten nach aussen treten, während diese selbst

in ihrer Zwiebel und ihrem untern Theile immer mehr resorbirt werden und mit dem Reste endlich ausfallen. Nach *Kohlrausch* haben die entstehenden Haare der in der Herbstmauser befindlichen Eichhörnchen eine zweimal so dicke Wurzelscheide als die ausgewachsenen, und in demselben Verhältnisse ist das Haarblastem (es ist die *Papilla pili* gemeint) reich und gross, wodurch der Haarknopf die kugelförmige oder zwiebelartige Beschaffenheit erhält. Auch die innere Wurzelscheide ist nicht nur relativ gegen das Haar, sondern absolut etwas dicker als später. Bei dem absterbenden Haar ist umgekehrt die äussere Wurzelscheide dünner, unkenntlicher, der Haarknopf mager, oft fast cylindrisch, die innere Wurzelscheide trübe, oft nicht zu unterscheiden. Bei herauspräparirten Haarbälgen sieht man oft das alte Haar zur Seite des neuen, aber während letzteres an dem Fundus wurzelt, ist jenes emporgeschoben, in dem Halse des Haarbalges eingeschlossen und in einem seitlichen Anhange der Wurzelscheide des neuwachsenden Haares vergraben. So wächst es mit dem neuen Haar empor oder wird vielmehr von ihm emporgeschoben, bis es die Oberfläche erreicht und ausfällt. So weit *Kohlrausch*. Wie man sieht, stimmen unsere Beobachtungen so ziemlich überein, dagegen weichen wir in der Erklärung des Zustandekommens der verschiedenen Veränderungen von einander ab. *Kohlrausch* hält es für wahrscheinlich, dass die ersten Veränderungen, welche das Ausfallen der Haare einleiten, den Haarknopf betreffen; derselbe werde schlanker, cylindrisch und endlich nach unten conisch, dann höre seine Ernährung auf, es gehen keine Zellen mehr in ihn ein und die jungen Zellen im Grunde des Balges würden zur Bildung eines neuen Haares verwendet. Ich dagegen habe umgekehrt eine Wucherung dieser Zellen als das primäre angenommen, durch welche dann das alte Haar von der Papille entfernt und dann zum Absterben gebracht werde. Welche Ansicht die richtige ist, lässt sich nicht leicht entscheiden, doch scheint es mir weniger passend, in einem Haarbalge, der Säfte genug erhält, um ein ganz neues Haar zu bilden, ein Absterben eines selbst noch keineswegs alt zu nennenden Haares aus innern Ursachen, von sich aus, anzunehmen, als zu statuiren, dass in einem solchen in Folge eines periodisch oder zu einer gewissen Zeit vermehrten Säfteandranges eine reichlichere Production weicher, nicht leicht verhornender Zellen stattfinde, welche das Haar mechanisch von dem ernährenden Boden wegdränge und es so zum Absterben und Ausfallen zwinge. Wäre *Kohlrausch's* Vermuthung die richtige, so müsste er wohl auch das sonstige Ausfallen der Haare von diesen selbst abhängig machen und in den Haarbälgen derselben alle Bedingungen zur Entstehung eines neuen Haares gegeben finden, allein einer solchen Auffassung widerspricht denn doch manches gar sehr, was für eine Hauptbetheiligung der Gefässe des Haarbalges bei ihrer Bildung und Ernährung spricht und daher halte ich wenigstens vorläufig an meiner Ansicht fest. Fast zu gleicher Zeit mit *Kohlrausch* gibt auch *Günther* kurz an (l. c. pg. 305), dass er zweimal ganz deutlich gesehen (wo?), dass der alte Balg durch seitliche, der Knospenbildung ähnliche Wucherung den neuen gebildet habe.

Hier folgen noch einige Zahlen und andere Angaben über die Augenwimpern des erwähnten fast einjährigen Kindes: Länge der Fortsätze der Haarzwiebel, die noch kein Haar enthalten 0,1 — 0,12‴; derer, in denen

das Haar eben entstanden ist (Fig. 38. *B*) 0,3 — 0,4'''; Länge des jungen Balges in Fig. 39. *A* 0,48''', des alten 0,28''', Dicke des alten Haares 0,028''', seiner Zwiebel 0,04''', des jungen Haares, wo die innere Scheide aufhört 0,008''', seiner Zwiebel 0,09''', der innern Scheide 0,016 — 0,024''', wo sie am dicksten ist selbst 0,04'''. Die alten Haare enthielten oft stellenweise etwas Mark, die jungen nie; dagegen besassen dieselben zwei Oberhäutchen, so weit als sie in den Scheiden lagen, welche letztere aus wenigstens vier deutlich zelligen, aber nicht durchlöcherten Schichten bestanden. Die jungen Haare und namentlich ihre Wurzeln waren pigmentirt, die alten wenig gefärbt.

§. 45.

Physiologische Bemerkungen. Die einmal gebildeten Haare wachsen kürzere oder längere Zeit fort, erreichen eine, je nach Ort und Geschlecht bestimmte Länge und bleiben dann im Wachsthume stehen. Werden sie aber geschnitten, so wachsen sie wieder nach und treiben so lange fort, als man sie ihre bestimmte Grösse nicht erreichen lässt. Die Haare besitzen demnach eigentlich ein beschränktes Wachsthum, gerade wie ich es oben auch von den Nägeln und der Epidermis dargethan habe, sind aber, vorausgesetzt, dass nicht die Wurzel angegriffen wurde, im Stande, das verloren gegangene wieder zu ersetzen.

Das Wachsthum der Haare betrifft, wenn es als Regeneration von Abgeschnittenem auftritt, nur die Theile, welche im Haarschafte selbst zu finden sind, nämlich die Rindensubstanz, innere Lage des Oberhäutchens und die Marksubstanz, wo sie da ist; alle anderen Theile, nämlich die Wurzelscheiden, das äussere Oberhäutchen und der Haarbalg selbst verändern sich dagegen durchaus nicht. Der Ort, von welchem dasselbe ausgeht, ist unzweifelhaft der Grund des Haarbalges. Hier entstehen auf noch unbekannte Weise um die Haarpapille herum aus dem aus den Gefässen derselben oder des Haarbalges selbst aussickernden Blasteme fortwährend neue Zellen, während die schon vorhandenen etwas höher oben ohne Unterlass die mittleren in Markzellen, die darauf folgenden in Rindenplättchen, die äussersten in Oberhautschüppchen sich gestalten, und so wird das schon gebildete Haar beständig von unten nach oben gedrängt und verlängert. In ihm selbst findet sich keine Bildung von Elementartheilen, höchstens eine etwelche Veränderung der schon vorhandenen, welche bewirkt, dass die Wurzel von der Zwiebel an sich allmälig verdünnt, bis sie die Dicke des Schaftes angenommen hat. Höher oben fehlen aber selbst diese Veränderungen der Elementartheile, daher auch geschnittene Haare z. B. keine neuen Spitzen bekommen. — Tritt das Wachsthum als ein normales auf, wie bei der Entwicklung, so sind die

Verhältnisse in einigen Beziehungen andere. Gehen wir von den in oben (§. 43, 44) schon geschilderter Weise entstandenen ganzen kleinen Haaren aus, so finden wir, dass ein jedes derselben, indem an seiner Zwiebel beständig neue Haarsubstanz entsteht, immer mehr nach aussen geschoben wird und endlich als Spitze eines längern Haares erscheint. Zugleich wird aber auch die neu sich ansetzende Haarmasse dicker und dicker und der Haarbalg mit allen seinen Theilen immer länger und stärker. Hier muss daher nicht blos eine Anbildung von eigentlicher Haarsubstanz, sondern eine Vergrösserung aller Theile des Haares und seines Balges angenommen werden. Wie dieselbe im Haarbalge selbst vor sich geht, ist unbekannt; in den Wurzelscheiden möchte wohl eine Verlängerung und Vergrösserung der Zellen die Verhältnisse genügend erklären, zumal wenn man bedenkt, dass z. B. die innere Scheide an jungen Haaren eine so bedeutende Dicke hat; für eine Vermehrung der Zellen dieser Theile dagegen spricht keine Thatsache mit Bestimmtheit, denn der Umstand, dass die Zellen der innern Scheide im Grunde des Haarbalges weich und kernhaltig sind, ist nicht beweisend, da dieses Verhalten auch ganz einfach von der Menge des Blastemes an diesem Orte herrühren kann. Die Zwiebel selbst wächst durch Zellenvermehrung und bedingt so ein immer zunehmendes Dickerwerden des Haares.

Das fertig gebildete Haar, obschon gefässlos, ist doch kein todter Körper. Obschon die in demselben stattfindenden Vorgänge noch vollkommen in Dunkel gehüllt sind, so dürfen wir doch annehmen, dass dasselbe von Flüssigkeiten durchzogen ist und dieselben zu seiner Ernährung und Erhaltung verwendet. Diese Flüssigkeiten stammen aus den Gefässen der Haarpapille und des Haarbalges, steigen wahrscheinlich vorzüglich von der Zwiebel aus, ohne dass besondere Kanäle für sie da wären, durch die Rindensubstanz in die Höhe und kommen in alle Theile der Haare hinein. Haben diese Säfte zur Ernährung des Haares gedient, so dunsten sie höchst wahrscheinlich von der äusseren Oberfläche desselben ab und werden durch neue ersetzt. Vielleicht nehmen die Haare auch von aussen Flüssigkeiten, natürlich nur in Dunstform auf, ähnlich wie ein zu einem Hygrometer verwendetes Haar; dagegen kann ich nicht glauben, dass, wie manche Autoren anzunehmen scheinen, das Secret der Talgdrüsen von aussen in die Haare einzudringen im Stande ist, da das ganz geschlossene Oberhäutchen für dasselbe wohl undurchdringlich ist. Ebenso scheint es mir noch keineswegs bewiesen, dass die Haare von einem besonderen ölartigen Fluidum durchzogen sind (*Laer*), welches aus der Marksubstanz stammen könnte (*Reichert*) und dieselben fettig erhält, denn ein solches Fluidum ist nicht nachzuweisen und die fettige Beschaffenheit

der Haare einfacher durch äusserlich anhängenden, leicht sichtbaren Hauttalg zu erklären. *Laer* spricht zwar von Oeltropfen, die er aus der Rindensubstanz herausgepresst habe, allein mir scheint dieses Factum keineswegs hinreichend constatirt zu sein, ebenso wenig als das Abfärben gewisser Menschenhaare, von dem *Heusinger* spricht, vorausgesetzt, dass letzterer unverletzte Haare meint. Die Bildung von Luft im Markstrange und in der Rinde kann nur auf einem Missverhältniss zwischen der Zufuhr vom Haarbalge aus und dem was abdunstet beruhen; es ist gleichsam ein Austrocknen des Haares, das jedoch nicht so zu denken ist, als ob nun das Haar selbst in den lufthaltigen Theilen aller Flüssigkeit verlustig ginge. Auf jeden Fall sind aber die lufthaltigen Partieen als die unthätigsten, relativ abgestorbenen Theile des Haares zu betrachten, die Rinde dagegen, trotz der scheinbaren Härte und Starrheit ihrer Elemente, gerade als das säftereichste und beim Stoffwechsel am meisten betheiligte Gebilde desselben. Allem zufolge besitzt auch das Haar Leben und steht in einer gewissen Abhängigkeit vom Gesammtorganismus, *in specie* von der Haut, aus deren Gefässen (i. e. denen der Haarpapille) es die zu seinem Bestehen nothwendigen Stoffe bezieht. Es kann daher, wie *Henle* treffend sagt, aus der Beschaffenheit der Haare ein Schluss auf den Grad der Thätigkeit der Haut gemacht werden; sind dieselben weich und glänzend, so turgescirt und duftet die Haut, sind sie trocken, spröde und struppig, so ist auf einen Collapsus der Körperoberfläche zu schliessen. — Das Ausfallen der Haare beruht gewiss in vielen Fällen, so z. B. wenn es im Laufe normaler Entwicklung eintritt, auf nichts anderem als auf einem Mangel an dem nöthigen Ernährungsmaterial, der in dem einen, oben schon auseinandergesetzten Falle beim Haarwechsel dadurch bewirkt wird, dass reichliche Zellenproductionen im Grunde des Haarbalges das Haar von seiner Matrix abheben, und im Alter wohl einfach von einer Obliteration der Gefässe der Haarpapille abhängt. — Auch das Weisswerden, das vorzüglich auf einer Entfärbung der Rinde, weniger des fast ungefärbten Markes beruht, gehört wohl theilweise hieher, denn sein normales Auftreten im höhern Alter gibt ihm ebenfalls die Bedeutung eines Rückbildungsprocesses. Interessant und besonders lebhaft für das Leben des Haares sprechend sind die so häufigen Fälle, wo das Ergrauen an der Spitze oder in der Mitte eines Haares beginnt und die wohl constatirten Beispiele von raschem Ergrauen derselben, jedoch ist es noch nicht gelungen nachzuweisen, welche eigenthümliche Vorgänge in den Elementen des Haares die Entfärbung seiner verschiedenen Pigmente bewirken. *Vauquelin*'s Meinung, dass die Einwirkung irgend eines ausgedunsteten oder besser in den Haarbälgen ausgeschiedenen Stoffes daran Schuld

sei, möchte beim raschen Ergrauen, vorausgesetzt, dass dasselbe von unten her beginnt, wie auch beim Weisswerden einzelner Haare oft wohl kaum abzuweisen sein, für die andern Fälle könnte man auch an eine von den Haarelementen selbst (Markzellen, Rindenplättchen) ausgehende abnorme Einwirkung denken, ohne dass sich jedoch über die Art, wie dieselbe statt hat und wie ihr entgegengetreten werden könnte, etwas aussagen liesse, so lange nicht die Chemie die Haarpigmente genauer als bisher untersucht haben wird. Einen merkwürdigen Fall von der Wiederfärbung in kürzester Zeit grau gewordener Haare erzählt *Compagne* (bei *Hildebrand-Weber I. pg.* 200).

Dass die ausfallenden Haare im frühesten Alter durch andere ersetzt werden, haben wir gesehen, zweifelhaft ist dagegen, welche Vorgänge später stattfinden. Ganz sicher ist es wohl, dass während des kräftigen Alters ein beständiger Ersatz für die vielen ausfallenden Haare gegeben wird, ferner dass zur Zeit der Pubertät an gewissen Orten neue Haare in grösserer Menge hervorsprossen, allein unbekannt ist das wie. Da, wie ich in einigen Fällen sah, auch beim Erwachsenen Haarwurzeln mit kleinen Fortsätzen nach unten vorhanden sind, deren eigentliches Haar scharf und kolbig endet, da ferner hier nicht selten zwei Haare zu einer Oeffnung herauskommen und selbst in einem Balge beisammen nachzuweisen sind, endlich an spontan ausgefallenen Haaren ohne Ausnahme Wurzeln vorkommen, wie sie an den beim ersten Haarwechsel sich losstossenden Haaren sich finden, so liesse sich annehmen, dass auch später ein wirklicher Haarwechsel vorkömmt in der Weise, dass die alten Haarbälge neue Haare erzeugen, während sie der alten sich entledigen. Hiemit soll jedoch nicht behauptet werden, dass eine wirkliche Neubildung von Haaren nach der Geburt nicht auch vorkomme, nur so viel, dass auch beim Erwachsenen vor allem an eine Regeneration von schon vorhandenen Haarbälgen aus zu denken ist, um so mehr wenn man sich erinnert, dass nach *Heusinger*'s Beobachtungen ausgezogene Spürhaare von Hunden binnen wenigen Tagen in denselben Bälgen sich neu erzeugen und dass auch beim Haarwechsel von erwachsenen Thieren nach *Kohlrausch* die jungen Haare in den alten Bälgen entstehen. — Auch wenn nach einer heftigen Krankheit in Masse ausgefallene Haare wieder kommen, so ist, da nach *E. H. Weber* die Bälge verloren gegangener Haare lange bestehen bleiben, eine Entstehung derselben in den alten Bälgen wahrscheinlicher als eine gänzliche Neubildung.

Der oben vorgetragenen Ansicht über die Art des Wachsthumes der Haare folgen die meisten neueren Forscher, namentlich *Valentin*, *Krause*, *Kohlrausch*; *Reichert* dagegen lässt auch die Wurzelscheiden im

Grunde des Haarbalges sich bilden und von hier nach oben wachsen, und stützt sich hierbei vorzüglich auf das Verhalten der Zellen der innern Scheide an verschiedenen Orten. Allein die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass beide Wurzelscheiden in ihrer ganzen Ausdehnung an Ort und Stelle entstehen, und so wird man denn die Weichheit der untersten Zellen der innern Scheide auf die oben angegebene andere Weise deuten müssen, um so mehr, da ja dieselbe auch beim fertigen Haar fortbesteht, bei welchem von einer Veränderung dieser Hülle auch nicht im Entferntesten die Rede sein kann. Ohnehin spricht auch bei der äussern Wurzelscheide zu keiner Zeit irgend eine Thatsache für eine Bildung derselben von unten her. — Die Art und Weise, wie die weichen Zellen der Haarzwiebel sich vermehren, ist noch unbekannt. Eine Untersuchung der Theile *in situ* ist sehr schwierig, und wenn man die Zellen, die unmittelbar auf der Haarpapille sitzen, im Auge hat, so zu sagen unmöglich, und an ausgerissenen Haaren findet man immer einzelne Partieen der Zwiebel verletzt. Die Analogie mit der Oberhaut und die Bildung der Haare aus offenbaren Wucherungen derselben sprechen gegen eine Zellenbildung um freie Kerne, und in der That findet man auch in den meisten Fällen nur wenige oder keine solchen am Ende der Zwiebel, so dass man zur Ueberzeugung kommt (siehe oben), dieselben seien alle Kunstproducte, allein ebenso wenig zeigt sich eine Spur einer andern Zellenbildung von den schon vorhandenen Zellen aus, und so ist man denn genöthigt, diesen Punct vorläufig unerledigt zu lassen. Die Entstehung des Pigmentes des Haares selbst scheint erst etwas über der Zwiebel (nicht erst im Schafte, wie *Meyer* sagt,) statt zu finden, denn man sieht auch an Haaren mit ganz dunkler Zwiebel, zwischen ihr und dem dunklen Haar meist die früher erwähnte fast farblose Stelle; man muss wohl annehmen, dass entweder das körnige Pigment der Zwiebel zuerst gelöst werde und höher oben entweder durch Imbibition die Rinde färbe oder wieder körnig in Rinde und Mark sich ablagere, oder dass im Haare selbst ganz neuer Farbstoff entstehe. Die Löcher der äussern Lage der innern Wurzelscheide, wenn wirklich als feine Spalten vorhanden, entstehen mechanisch, da sie, wie erwähnt, bei jungen Haaren fehlen und erst auftreten, wenn die Haare sich verdicken und die Zellen der erwähnten Scheide sich verlängern.

Die Dauer des normalen Wachsthumes der Haare ist ziemlich bekannt, weniger die ihres Bestehens überhaupt. Ich bin nicht der Meinung, dass alle Haare, die eine scharf abgesetzte kolbige Zwiebel haben, auch deswegen abgestorben sind und gleich ausfallen. In vielen Fällen ist dem gewiss so, in andern dagegen bezeichnet der angegebene Umstand, der übrigens schon von *Henle* richtig aufgefasst wurde, gewiss nichts als das normale Ende des Wachsthumes, womit natürlich nicht gesagt ist, dass die Ernährung auch aufgehoben sei. — Für eine beständige Neubildung der Haare, unabhängig von den alten Haarbälgen, werden von mehreren Seiten her die namentlich am Vorderarm, Unterschenkel u. s. w. anzutreffenden, unter der Oberhaut liegenden und dieselbe dann durchbrechenden Härchen angeführt. Allein ich weiss nicht, ob nicht dieses Verhältniss mit mehreren Pathologen richtiger als ein mehr abnormes angesehen wird. Einmal findet sich nämlich eine solche Haarbildung lange nicht bei allen Individuen und

zweitens sind, wo dieselbe da ist, neben den einfachen, scheinbar in normaler Weise entstandenen, zusammengerollt unter der Epidermis liegenden Härchen auch andere offenbar abnorme in grosser Menge zu finden, die oft zu vielen (bis auf 9) in einem Balge mit dicken Scheiden stecken und abgerundete Spitzen nebst unregelmässigen Zwiebeln haben. In Berücksichtigung dieser Verhältnisse möchte es für einmal gerathener sein, so lange eine wirkliche normale Neubildung von Haaren nicht nachgewiesen ist, dieselbe auch nicht anzunehmen, und vorläufig auch für später die Entstehung der Haare in den schon vorhandenen Bälgen als die wahrscheinlichere zu statuiren, um so mehr als wie ich eben von *J. N. Czermak* höre, Dr. *Langer* in Wien auch beim Erwachsenen die Neubildung von Haaren in den Haarbälgen alter Haare beobachtet hat. Ich bedauere, die Mittheilungen von Dr. *Langer*, die in den Berichten der Wiener Akademie von 1849 niedergelegt sein sollen, nicht zu kennen, und kann daher nur das sagen, dass nach den Mittheilungen von *Czermak*, der einen Theil der *Langer*'schen Zeichnungen und Präparate sah, seine Beobachtungen über den Haarwechsel an den Kopfhaaren des Menschen und auch bei Thieren angestellt wurden und im Wesentlichen mit denen von *Kohlrausch* und mir übereinstimmen. — Der Grund, warum die Haare, sobald sie geschnitten werden, beständig fortwachsen, sonst nicht, ist derselbe, den ich schon oben bei den Nägeln anführte, um dieselbe Erscheinung zu erklären. Es sondern die Gefässe der Haarpapille ein gewisses Quantum Ernährungsflüssigkeit aus, gerade so viel als ausreicht, um ein ganzes Haar fortwährend zu tränken und lebenskräftig zu erhalten. Wird das Haar geschnitten, so ist mehr Ernährungsfluidum da als das Haar braucht und aus dem Ueberschusse wächst dasselbe nach, bis es seine typische Länge wieder hat, oder es wächst fort, wenn es fortwährend wieder verkürzt wird.

Eine Transplantation der Haare mit den Haarbälgen ist bekanntlich *Dzondi*, *Tieffenbach* (*Nonnulla de regeneratione et transplantatione. Herbip.* 1822) und *Wiesemann* (*De coalitu partium. Lips.* 1824) gelungen. Haare entstehen auch an abnormen Stellen, z. B. auf Schleimhäuten, in Balggeschwülsten, Eierstockscysten und besitzen überall, auch in der Lunge (*Mohr's* Fall) Bälge, Wurzelscheiden und auch sonst einen ganz normalen Bau. Wenn *Engel* (*Zeitschrift der Wiener Aerzte* 1845 Oct.) durch Verhornung von Capillargefässen Haare entstehen lässt, so ist dies auf keinen Fall hieher zu beziehen und der gewählte Ausdruck ganz unrichtig. Narben der Haut bleiben haarlos. Worauf ein vorkommendes excessives Wachsthum der Haare und das krankhafte Ausfallen sammt der öfteren Wiedererzeugung derselben in Masse beruhen, ist, wenn genaue Nachweise verlangt werden, nicht zu sagen; wahrscheinlich sind vermehrte oder verminderte Exsudationen aus den Gefässen der Haarpapille und des Haarbalges die Hauptursachen, entferntere der Zustand der Haut und des Gesammtorganismus. In andern Fällen sind auch vegetabilische Productionen (Pilze) im Innern der Haare selbst (bei dem *Herpes tonsurans*, der *Teigne tondante Mahon*, nach *Gruby* [*Gaz. med.* 1844, Nr. 14] und *Malmsten* [*Müll. Arch.* 1848, 1]) oder unter dem Oberhäutchen der Haare und um sie herum (bei der *Porrigo decalvans Willan* nach *Gruby*) an dem Kahlwerden Schuld, welches dann als beschränktes

(*Alopecia circumscripta*) auftritt. Dunkel ist auch das Ergrauen, obschon bei ihm zum Theil Einflüsse vom Nervensystem aus (Gram, anstrengende geistige Arbeiten) klar vorliegen. Erst wenn Physiologie und Chemie diesen letztgenannten Vorgängen näher gerückt sein werden, wird an eine wissenschaftliche Pathologie und Therapie der Haare zu denken sein. — Der Weichselzopf (*Plica polonica*), der nach *Bidder* (l. c.) eine Krankheit des Haarschaftes sein soll, wird von *Guensburg* und von *Walther* (*Müller's Archiv* 1844, pg. 411 und 1845, pg. 34) als von einem Pilz herrührend beschrieben, der in den Haaren (Zwiebel, Schaft) entstehe und dieselben theilweise zerstöre, während *Münter* (*Ibid.* 1845, pg. 42) einen solchen Pilz nicht finden konnte. Diese Krankheit, sowie eigenthümliche gelblichweisse, aus kernlosen Epiteliumzellen bestehende Ringe an menschlichen Haarschäften (*Svitzer* in *Fror. Notizen* 1848, Nr. 101), die aus verändertem Secrete der Talgdrüsen zu bestehen scheinen, sind vom histiologischen Standpuncte aus weniger interessant und werden daher hier nur kurz erwähnt.

§. 46.

Zur mikroskopischen Untersuchung wählt man am besten vor allem ein weisses Haar und seinen Balg, nachher auch gefärbte. Querschnitte erlangt man dadurch, dass man sich zweimal kurz hintereinander rasirt (*Henle*) oder Haare auf einem Glase (*H. Meyer*) oder ein Haarbündel zwischen zwei Kartenblättern (*Bowman*) oder in einen Kork eingeklemmt (*Harting*) schneidet; Längsschnitte durch Schaben eines feineren oder Spalten eines dickeren Haares. Die Haarbälge untersuche man isolirt und mit dem Haar; durch Präparation kann man die verschiedenen Schichten derselben trennen, durch Essigsäure die Kerne der beiden äusseren erkennen; über die Papille wurde das nöthige schon oben bemerkt. Die äussere Wurzelscheide folgt beim Ausreissen der Haare meist mit ihrem obern Theile, oft ganz mit, und löst sich an macerirter Haut ungemein leicht mit dem Haar; ihre Zellen sieht man ohne Zusätze oder durch etwas Essigsäure und Natron. Die innere Wurzelscheide findet sich an ausgerissenen Haaren oft ganz, und kann schon ohne weitere Vorbereitung oder nach Abpräparation der äussern Scheide in allen ihren Theilen erkannt werden. Noch deutlicher machen sie Natron und Kali in kurzer Zeit. Die Oberhäutchen müssen vorzüglich mit Alkalien und Schwefelsäure erforscht werden, ebenso das Haar selbst, worüber das Wichtigste schon angegeben wurde und Ausführlicheres bei *Donder's* (l. c.) zu lesen ist; nur das hebe ich hervor, dass auch hier Anwendung eines höheren Temperaturgrades (siehe oben bei den Nägeln) viele Zeit erspart. — Will man die Haare beim Fötus erforschen, so zieht man, wenn derselbe jünger ist, einfach die Oberhaut ab und findet an der

Innenfläche die Anlagen derselben; an älteren Embryonen macht man feine Hautdurchschnitte oder nimmt mit der Oberhaut auch die Lederhaut weg, in welchem Falle dann Natron gute Dienste leistet.

Literatur.

Heusinger, Ein paar Bemerkungen über Pigmentabsonderung und Haarbildung und über das Hären oder die Regeneration der Haare in Meck. Arch. 1822, pg 403 u. 555. — Noch ein interessanter Beitrag über die Entstehung der Haare aus Pigment. *Ibid.* 1823, pg. 557.

Idem System der Histologie. 1823.

Eble, Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur. 2 Bde. Wien 1831.

Gurlt, Untersuchungen über die hornigen Gebilde des Menschen und der Haussäugethiere in Müll. Arch. 1836, pg. 263.

Eschricht, Ueber die Richtung der Haare am menschlichen Körper in Müll. Arch. 1837, pg. 37.

J. Henle, Ueber die Structur und Bildung der menschlichen Haare in Fror. Notiz. 1840, Nr. 294.

G. H. Meyer, Untersuchungen über die Bildung des menschlichen Haares. Ebend. 1840, Nr. 334.

Bidder, Einige Bemerkungen über Entstehung, Bau und Leben der menschlichen Haare. Müll. Arch. 1840, pg. 538.

v. Laer, *De structura capill. hum. observationibus microscopicis illustr. Dissert. inaug. Traject. ad Rhenum* 1841, und Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 45, Nr. 147.

Erdl, Vergleichende Darstellung des innern Baues der Haare in Abh. der Akad. in München, II. Klasse, Bd. III, Abth. II.

G. Simon, Zur Entwicklungsgeschichte der Haare. Müll. Arch. 1841, pg. 361.

Kohlrausch, Recension von *Henle's* Allg. Anatomie in Göttinger Gel. Anz. Febr. 1843; Ueber den Bau der haar- und zahnhaltigen Cysten des Eierstocks in Müll. Arch. 1843, pg. 365 und Ueber innere Wurzelscheide und Epitelium des Haares. Ebend. 1846, pg. 300.

Krause, Artikel „Haut" in Wagn. Handw. der Phys. 1844, Bd. II. pg. 124.

Huxley, *On a hitherto undescribed structure in the human hairsheath*, *Lond. med. Gaz. Nov.* 1845.

Jäsche, *De telis epithelialibus in genere et de iis vasorum in specie. Dorpat* 1847.

Kölliker, Ueber den Bau der Haarbälge und Haare in Mittheil. der zürch. naturf. Ges. 1847, pg. 177.

Hessling, Vom Haare und seinen Scheiden in Fror. Not. 1848, Nr. 113.

Griffith, *On the colour of the hair* in *Lond. med. Gaz.* 1848; siehe *Henle's* Jahresbericht von 1848.

C. Gegenbaur, Kurze Mittheilung über die Structur der Tasthaare in: Verhandl. der physic. medic. Gesellschaft in Würzburg 1850, pg. 58.

Ausserdem sind noch zu vergleichen: *Henle's* Bemerkungen in Canstatt's Jahresbericht, *Reichert's* Berichte in Müll. Arch. 1841, 42, 45, 46, 47, die oben bei der Haut citirten Werke von *Wendt*, *Gurlt*, *Simon*, *Wilson*, *Bruch*, (pg. 19, 20, 44), die Handbücher und allgemeineren Abhandlungen namentlich von *Hildebrandt-Weber*, *Henle*, *Valentin*, *Todd-Bowman*, *Donders*, die Abbildungen von *Arnold Icon. org. sensuum Tab. XI.* und *Berres Tab. VII.*

IV. Von den Drüsen der Haut.

A. Von den Schweissdrüsen.

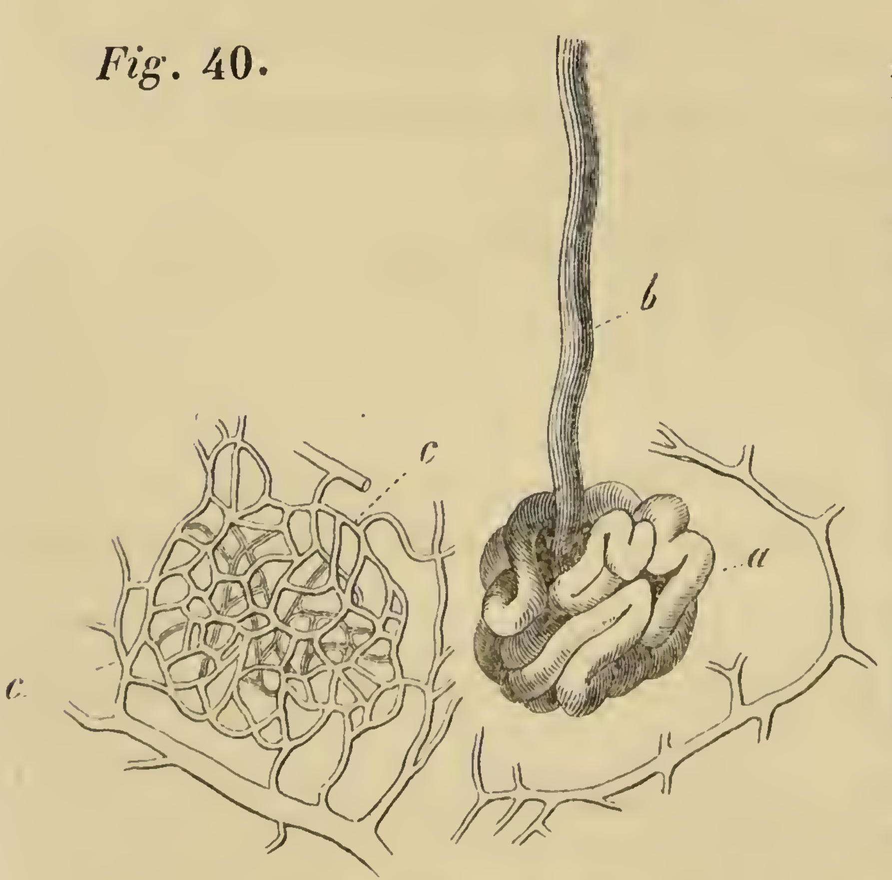
§. 47.

Die Schweissdrüsen, ***Glandulae sudoriparae***, sind einfache, aus einem zarten, mehr oder weniger gewundenen Gange bestehende, den Schweiss secernirende Drüschen, welche mit Ausnahme weniger Stellen in der ganzen Haut vorkommen und mit zahlreichen feinen Oeffnungen an der Oberfläche derselben ausmünden.

Schweissdrüsen fehlen an der concaven Seite der Ohrmuschel und im äussern Gehörgange; am *Penis* gehen sie bis zum Rande der Vorhaut, an den weiblichen Genitalien bis an den Rand der *Labia majora*, ferner erstrecken sie sich auch bis zu den Rändern der Augenlider, des Einganges der Nasenhöhle, der Lippen und der Anusöffnung.

§. 48.

Fig. 40.



An jeder Schweissdrüse (Fig. 1, Fig. 40.) unterscheidet man den **Drüsenknäuel** (Fig. 40. *a*, Fig. 1. *g*) oder die **eigentliche Drüse** von dem **Ausführungsgange**, dem ***Canalis sudoriferus*** (Fig. 1. *h*, Fig. 40. *b*). Jener ist ein rundliches oder länglichrundes Körperchen von gelblicher oder gelbröthlicher durchscheinender Farbe, das in Bezug auf Grösse und Lagerung vielen Veränderungen unterliegt. In der Regel

Fig. 40. Ein Schweissdrüsenknäuel und seine Gefässe, 35 mal vergr. *a*. Drüsenknäuel; *b*. Ausführungsgang oder Schweisskanal; *c*. Gefässe eines Drüsenknäuels nach *Todd-Bowman*.

misst dasselbe $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{5}'''$, so namentlich in der Hohlhand, Fusssohle, den Extremitäten überhaupt, dem Rumpfe u. s. w.; kleinere bis zu $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{12}'''$ finden sich an den Augenlidern, der Haut des *Penis*, des *Scrotum*, der Nase, der convexen Seite der Ohrmuschel, grössere bis zu $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}'''$ sind selten; ich fand sie bis jetzt nur im Warzenhofe und in der Nähe desselben (in einem Falle einzelne selbst von $1'''$), dann an der Wurzel des *Penis* und zwischen dem *Scrotum* und *Perinaeum* (bis zu $\frac{1}{2}'''$), endlich in der behaarten Stelle der Achselhöhle, wo bekanntermassen die grössten aller Schweissdrüsen von $\frac{1}{2}$, 1—$1\frac{1}{2}'''$ Dicke und 1—$3'''$ Breite, jedoch zum Theil untermischt mit kleineren und ganz kleinen vorkommen.

Die Schweissdrüsen liegen in den meisten Fällen in der Lederhaut selbst und zwar in den Maschen des als *Pars reticularis* beschriebenen Theiles derselben bald etwas höher bald etwas tiefer, umgeben von Fett und lockerem Bindegewebe und einem zierlichen Netz von Capillargefässen, neben oder unter den Haarbälgen. Seltener und namentlich wenn die Haut dünn oder die Drüsen selbst gross sind, trifft man sie im Unterhautzellgewebe oder an den Grenzen desselben, so z. B. in der *Axilla*, der *Areola mammae* zum Theil, an den Augenlidern, dem *Penis* und *Scrotum*, der Handfläche und Fusssohle. Ihre Anordnung ist gewöhnlich ziemlich regelmässig, so namentlich an den zwei letztgenannten Orten, wo sie ganz entsprechend den Erhabenheiten der Oberfläche der Haut in geraden oder gebogenen Reihen stehen und ziemlich gleichweit von einander entfernt sind; auch an andern Orten trifft man sie oft auf weite Strecken in ganz gleichmässigen Entfernungen von einander, je eine oder zwei in einer Masche der Lederhaut, unter oder neben einem Haarbalg, doch gibt es nach *Krause* Strecken von $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{4}'''$, wo sie gänzlich vermisst werden oder in Gruppen von drei oder vier nahe beisammen vorkommen. In der Achselgrube stehen die Drüsen so nahe beisammen, dass sie sich berühren und eine zusammenhängende Drüsenschicht unter der Lederhaut bilden.

Ueber die Zahl der Schweissdrüssen besitzen wir ausgedehnte Untersuchungen von *Krause*. Derselbe fand nach Vergleichung mehrerer weiblichen und männlichen Individuen, theils mit derber, theils mit feiner Haut, die sehr verschiedene Lebensweisen geführt hatten, folgende Mittelzahlen der Menge der Drüsen, jede derselben zu $\frac{1}{6}'''$ gerechnet:

Ein □″ Haut vom Nacken, Rücken und Gesäss enthält	417	Drüsen.
,, der Wangen	548	,,
,, des Oberschenkels äussere Seite	554	,,
,, ,, ,, innere Seite	576	,,
,, ,, Unterschenkels innere Seite	576	,,

Ein □″ Haut des Fussrückens	924	Drüsen.
,, ,, Vorderarmes äussere Seite	1093	,,
,, ,, ,, innere Seite	1123	,,
,, der Brust und des Bauches	1136	,,
,, ,, Stirn	1258	,,
,, des Halses vorn und seitlich	1303	,,
,, ,, Handrückens	1490	,,
,, der Fusssohle	2685	,,
,, ,, Handfläche	2736	,,

Die Gesammtzahl der Schweissdrüsen, ohne die der Achsel, schlägt *Krause* approximativ eher etwas zu hoch zu 2,381,248 an und das Gesammtvolumen derselben mit denen der Axilla zu 3,9653 Cubikzoll.

Die Gefässe der Schweissdrüsen sind vorzüglich schön an denen der Achselhöhle zu sehen, von woher sie *Todd-Bowman* hübsch abgebildet haben (Fig. 40.); auch an den andern sieht man hie und da Gefässe (am schönsten am *Penis*, wo z. B. Drüsen von 0,36‴ von den zierlichsten Verästelungen einer Arterie von 0,06‴ in ihrem Innern versorgt werden), und an gut gelungenen Injectionen der Haut erscheinen die Drüsen als röthliche Körperchen. Nerven sind an ihnen bisher noch nicht gefunden.

Nach *Krause* varirt die Grösse der Schweissdrüsen von $1/16$—$1\,3/4$‴; ihre Lage wird von ihm nicht richtig, als immer im Unterhautzellgewebe befindlich angegeben. Mit Bezug auf die Zahl sind *Krause's* Angaben zwar als Beispiele sehr dankenswerth, können aber natürlich nur im allgemeinen als massgebend betrachtet werden. *Wilson* (*Diseases of the skin* pg. 18, bei *Hassall* pg. 426) zählte in der Handfläche 3528 Schweissporen auf einem □″, also 792 mehr als *Krause*, und in der Fusssohle 2268, 217 weniger als *Krause*, was zeigt, dass diese Verhältnisse sehr variren und dass noch mehr Untersuchungen an Individuen mit verschiedener Fähigkeit zur Schweissbildung erforderlich sind, um allgemein gültige Zahlen aufstellen zu können.

§. 49.

Feinerer Bau der Drüsenknäuel. Die Schweissdrüsen bestehen in der Regel aus einem einzigen, vielfach gewundenen und zu einem Knäuel verschlungenen Kanälchen, welcher in seinem ganzen Verlaufe so ziemlich dieselbe Weite besitzt und leicht angeschwollen an der Oberfläche des Knäuels oder im Innern desselben blind endet. Ein anderes Verhalten habe ich bisher nur bei den grossen Drüsen der Achselhöhle gefunden. Hier nämlich ist der Drüsenkanal selten so einfach gebildet, wie an andern Hautstellen, sondern meist mehrfach gabelig in Aeste getheilt, die wiederum sich spalten, in seltenen Fällen selbst durch Anastomosen sich

verbinden und dann erst, nachdem sie oft noch kleine Blindsäcke abgegeben haben, jeder für sich blind enden. Die Länge eines Drüsenkanälchens ist kaum zu bestimmen, doch gibt *Krause* an, dass es ihm gelungen sei, einen Knäuel von $1/6'''$ Länge und $1/9'''$ Breite, vollständig zu entwickeln, wobei die Länge des Kanales desselben von Strecke zu Strecke gemessen sich als $3/4'''$ ergeben.

Mit Bezug auf den feineren Bau unterscheiden sich die Kanäle der Schweissdrüsen selbst in dünnwandige und dickwandige (Fig. 41). Erstere (Fig. 41. *A*) besitzen nur zwei Häute, eine äussere Faserhülle und ein Epitelium. Die Faserhülle (*a*) besteht aus Bindegewebe mit eingestreuten länglichen Kernen in der Form, wie es überhaupt bei Drüsen als Umhüllung sich findet, nämlich ohne deutliche Fibrillenbildung, einem homogenen Gewebe sich annähernd, ohne jedoch wirklich eine structurlose Haut, wie sie bei manchen Drüsen als *Membrana propria* vorkömmt, zu sein. Nach innen ist diese Bindegewebshülle scharf begrenzt und mit einer einfachen, doppelten oder mehrfachen Lage polygonaler Zellen besetzt (*b*), welche Pflasterepiteliumzellen vollkommen gleichen, und bei einer Grösse von 0,005 — 0,007''' rundliche Kerne ohne deutliche Kernkörperchen von 0,003''' enthalten. Was dieselben besonders auszeichnet, ist ihr fester Zusammenhang untereinander und mit der Bindegewebshülle, so dass sie schwer sich isoliren lassen, und dann ihr Inhalt, der zwar vorwiegend flüssig ist, aber doch fast ohne Ausnahme einige Fettkörnchen bis zu 0,001''' Grösse oder noch häufiger gelbe oder bräunliche Pigmentkörnchen in geringer Zahl enthält. In chemischer Beziehung stimmen diese Zellen ganz mit denen der weicheren Epitelien der Schleimhäute, des Darmes z. B. und der tiefsten Lage der Schleimschicht der Epidermis überein und lösen sich namentlich in Alkalien sehr leicht.

Die dickwandigen Schweissdrüsenkanäle (Figg. 41. *B*, 42.) zeichnen sich besonders durch eine zwischen die beiden eben beschriebenen Lagen

Fig. 41. Schweissdrüsenkanäle 350 mal vergr. *A*. Ein dünnwandiger mit einem *Lumen* und ohne Muskulatur von der Hand. *a*. Bindegewebshülle. *b*. Epitel. *c*. *Lumen*. *B*. Ein Stück eines Kanales ohne *Lumen* und mit einer zarten Muskellage vom *Scrotum*. *a*. Bindegewebe. *b*. Muskellage. *c*. Zellen, die den Drüsenkanal erfüllen mit gelben Körnchen im Inhalt.

eingeschobene Schicht von glatten Muskeln und auch sonst durch einige Eigenthümlichkeiten aus. Zu äusserst findet sich eine stärkere Lage von Bindegewebe (Fig. 41. *B a*, Taf. I. Fig. 6 *c*), welches ziemlich deutliche Faserung zeigt und manchmal nur eine Längsschicht darstellt, in andern Fällen aber auch mit einer zarten innern Lage quer verläuft; die letztere enthält in der Regel neben dem Bindegebe feine zierliche, quere Kernfasern, die erstere der Länge nach ziehende ähnliche Fasern und spindelförmige Kerne. Dann folgt eine einfache Lage längsverlaufender Muskelfasern (Fig. 41. *B b* und 42. *A a*), deren Elemente in der Mehrzahl der Fälle sich ungemein leicht isoliren lassen und als muskulöse Faserzellen sich kund geben (Fig. 42. *B*). Dieselben sind band- oder spindelförmig, meist mit etwas zackigen oder gefranzten Enden, messen 0,015—0,04''' in der Länge, 0,002—0,005''', in einzelnen Fällen selbst 0,008''' in der Breite, 0,001—0,0015''' in der Dicke und enthalten jede ohne Ausnahme einen rundlich-länglichen oder länglichen, mässig langen Kern, der nicht selten mehr seitlich ansitzt und leicht von der Faser sich löst; ausserdem zeigen manche Faserzellen, bei gewissen Individuen häufiger als bei andern, neben dem Kern einige oder ziemlich viele dunkle, selbst gelb und braun gefärbte Fettkörnchen Zu innerst endlich kommt unmittelbar den Muskeln aufliegend, ohne eine dazwischengelegene nachweisbare *Membrana propria*, eine einfache Schicht polygonaler Epiteliumzellen (Taf. I. Fig. 6. *B* 3.); die in allen Fällen, in denen die Drüsenschläuche nur Flüssigkeit enthalten, äusserst deutlich sind, andere Male dagegen sich nur schwer oder selbst gar nicht erkennen lassen. Wo ersteres der Fall ist, ergeben sie sich als 0,006—0,015''' gross, mit bläschenförmigen Kernen, deutlichen *Nucleolis*, und einem Inhalte, der entweder nur fein granulirt und blass oder grobkörnig und dunkel, manchmal selbst gefärbt ist.

Fig. 42.

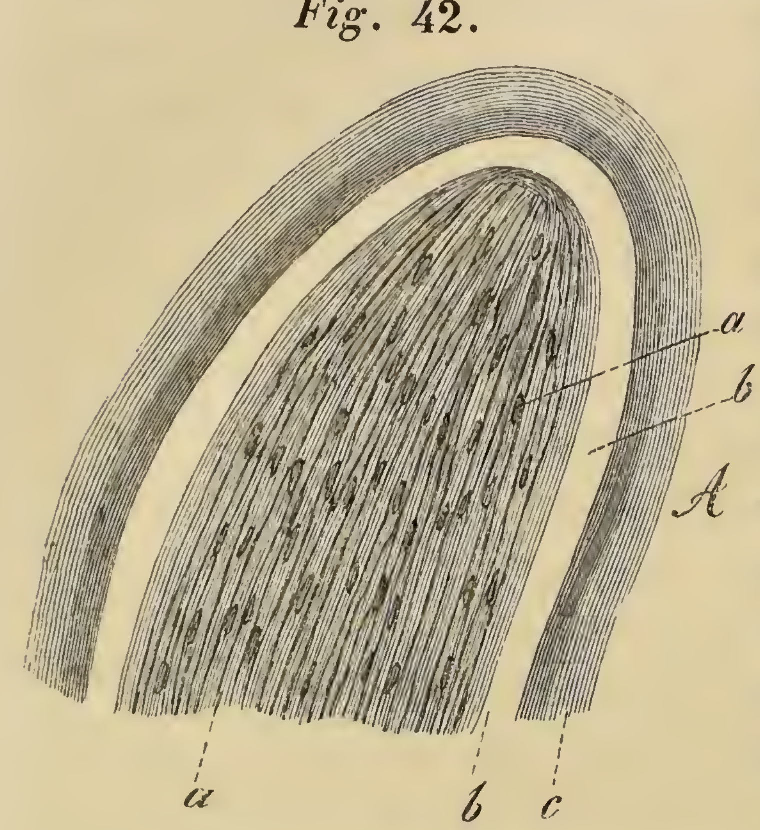


Fig. 42. *A*. Ende einer grossen Schweissdrüse der Achselhöhle von der Oberfläche gesehen, 350 mal vergr. *a*. Muskulöse Faserzellen mit länglichen Kernen in continuirlicher Schicht. *b*. Muskelschicht sammt der Bindewebshülle im scheinbaren Durchschnitt. *c*. Durch Lichteffect entstandener Saum. *B*. Drei rundliche Faserzellen von ebendaselbst, alle drei mit länglichen kurzen Kernen, zwei davon mit Fettkörnchen.

Dies die zwei Formen von Drüsenkanälen. Ihr Vorkommen anlangend, so zeigt sich, dass es Drüsen gibt, in denen nur die eine, andere, in denen nur die andere Form sich findet, endlich auch Drüsen gemischter Natur. Dicke Wände und ein muskulöser Bau finden sich besonders bei grösseren Drüsen mit breiteren Kanälen. Vor allem sind hier die grösseren Drüsen der *Axilla* zu nennen, deren Schläuche durch und durch muskulöse Wandungen besitzen, und hierdurch ein ganz eigenthümliches Ansehen erhalten, das neben anderem verschiedene Forscher (*Horner, Robin*) bewogen zu haben scheint, sie für ganz eigenthümliche Drüsen zu erklären. Die Muskellage nämlich zeigt, da ihre Elemente nur locker verbunden sind, die Grenzen zwischen denselben ungemein deutlich, und dies bewirkt nun, dass die Drüsenschläuche, je nachdem sie von der Fläche oder im scheinbaren Durchschnitte, gerade oder gebogen verlaufend sich darbieten, von geraden oder gebogenen Linien bedeckt oder von einem gekerbten Saume umgeben sind, was allerdings, so lange man den Grund dieser Verhältnisse nicht kennt, leicht zur Annahme einer ganz besondern Structur Veranlassung geben kann. — Einen ganz gleichen Bau wie den erwähnten, mit Ausnahme der queren Fasern der äussern Hülle, habe ich bisher nur noch an den oben berührten grossen Drüsen der Peniswurzel und der Brustwarze gesehen, dagegen finde ich allerdings noch hie und da eine nur theilweise entwickelte oder schwächere Muskulatur. So namentlich in den Drüsen der Handfläche, deren weitere Kanäle durch die Dicke ihrer Wandungen sich auszeichnen, und deutlich genug, jedoch schwächer als anderwärts, zwischen Epitelium und Bindegewebe Muskulatur erkennen lassen. Dasselbe gilt auch von einzelnen Drüsen des *Scrotum*, selbst des Rückens, der *Labia majora*, des *Mons veneris* und der Ausgegend, jedoch mit der Beschränkung, dass oft nur ein kleinerer Theil des Drüsenschlauches, selbst nur das allerletzte blinde Ende desselben mit Muskulatur versehen ist. Zartwandig und ohne Muskeln sind die Drüsen des Unterschenkels, des *Penis*, der Brust (die *Areola* ausgenommen), der Augenlider und die Mehrzahl derer des Rückens und Oberschenkels, von Brust und Bauch, sowie der zwei ersten Abschnitte der obern Extremität.

Der Durchmesser der Drüsenkanäle varirt bei den kleineren Drüsen von 0,022 — 0,04‴ und beträgt 0,03‴ im Mittel, die Dicke der Wände 0,002—0,003‴, des Epitel 0,006‴, das Lumen 0,004—0,01‴. Bei den grösseren Drüsen finden sich ungemeine Differenzen bei verschiedenen Individuen. Die Achseldrüsen vor allem besitzen einerseits Kanäle von 0,07 — 0,1‴, selbst 0,15‴, mit Wandungen von 0,006‴ Dicke ohne das Epitel, wovon die Hälfte auf die Muskellage kommt, anderseits aber auch, und zwar die grössten Drüsen, nur solche von 0,03 — 0,06‴, mit Wänden

von 0,004‴; auch in der *Areola* und an den Genitalien wechseln die Durchmesser bei den grösseren Drüsen, jedoch in engeren Grenzen.

Alle Schweissdrüsenknäuel sind theils im Innern von Bindegewebe (hie und da mit Fettzellen) durchzogen, welches ihre Gefässe leitet und die einzelnen Windungen ihrer Schläuche mit einander verbindet, theils besitzen sie eine äussere, den ganzen Knäuel umgebende Faserhülle (gewöhnliches Bindegewebe mit spindelförmigen Kernen), welche an den mehr frei im Unterhautzellgewebe liegenden Knäueln (*Penis*, *Axilla* etc.) besonders hübsch entwickelt ist.

Die meisten Mikroskopiker schreiben den Kanälen der Schweissdrüsen eine *Membrana propria* nach aussen von dem Epitel zu. Mir hat es beim Erwachsenen noch nicht gelingen wollen, eine solche zu isoliren oder sonst mit Bestimmtheit zu erkennen, und daher halte ich bis auf weiteres die scharfe Linie, welche das Epitel nach aussen begrenzt, für den Ausdruck der aneinanderliegenden Flächen von Epitel und Faserhaut. Was die mittlere Lage der Wandung grösserer Drüsen anbelangt, so bin ich allerdings nicht im Stande zu beweisen, dass dieselbe sich wirklich zusammenzieht; da jedoch die Elemente derselben mit denjenigen bestimmt contractiler Theile so zu sagen ganz übereinstimmen, so stehe ich nicht an, dieselbe für eine Muskelschicht zu erklären.

§. 50.

Secret der Schweissdrüsen. So weit meine bisherigen Untersuchungen reichen, ist das Secret der Schweissdrüsen nicht überall dasselbe. In allen kleineren Schweissdrüsen, an den Extremitäten, dem Rücken, Bauche, der Brust etc. habe ich bisher überall, wo ein Lumen in den Kanälen deutlich war, was jedoch nicht immer sich fand, nur eine klare, helle Flüssigkeit ohne irgend welche geformte Theile in derselben gefunden; anders in denen der *Axilla*. Hier war ein solcher Inhalt eine Ausnahme, die Regel ein an geformten Theilen reiches Contentum. Dasselbe stellte sich besonders in zwei Formen dar, einmal als eine graulich durchscheinende, in geringem Grade flüssige Substanz, die aus nichts als aus feinen blassen Körnchen zu bestehen schien und manchmal einzelne Kerne führte, und zweitens als eine weissgelbliche, ziemlich zähe Masse, die viele grössere dunkle, farblose oder gelbliche Körner, Kerne und Zellen, ähnlich den beschriebenen Epitelzellen, in verschiedener Zahl enthielt. Schnitt man eine Drüse mit einem solchen Inhalte durch oder von dem Ausführungsgange ab, so kam der Inhalt in Gestalt von 1—3‴ langen Würstchen heraus, ähnlich denen, die man aus vergrösserten Talgdrüsen oder den Meibomschen Drüsen erhalten kann. Was ist nun dieser Inhalt und wie bildet er sich? Mit Bezug auf ersteres wäre eine Einsicht in die

chemische Beschaffenheit desselben vor allem wünschenswerth, allein diese ist bis jetzt noch sehr unvollständig. Ich kann nur angeben, dass derselbe durch Essigsäure noch dunkler und körniger wird, also wahrscheinlich Eiweiss enthält, ferner durch Alkalien sich klärt, wobei jedoch mehr oder weniger Fettkörner zurückbleiben; ob aber ausser Fett und Protein noch andere eigenthümliche Substanzen, Riechstoffe etc., welche Salze und wie viel Wasser in ihm enthalten sind, vermag ich nicht zu sagen. Auf jeden Fall ist so viel klar, dass derselbe von gewöhnlichem Schweisse, der flüssig ist und keine geformten Bestandtheile enthält, bedeutend differirt und vielleicht eher dem Hauttalge sich annähert, und man könnte desshalb sich bewogen sehen, die Drüssen der Achselhöhle aus der Reihe der Schweissdrüsen zu streichen und ihr Secret als ein eigenthümliches zu betrachten. Allein hiegegen lässt sich manches einwenden. Einmal enthalten auch die grossen Drüsen der *Axilla* nicht immer ein körnerreiches Contentum, sondern manchmal eine körnerarme und selbst, obschon selten, eine ganz körnerfreie Flüssigkeit, so dass es mithin den Anschein hat, als ob hier in Bezug auf das Secret bald dieselben Verhältnisse wie bei den gewöhnlichen Schweissdrüsen, bald abweichende sich finden. Dann kommen unter den grösseren Drüsen der Achselgrube kleinere vor, welche auch in Bezug auf den Inhalt durch mannigfache Stufen einerseits in die ganz grossen, anderseits in gewöhnliche kleine Drüsen übergehen. Nimmt man hierzu endlich noch das, dass ausnahmsweise die Schweissdrüsen auch anderwärts, wie ich es namentlich an den grösseren Drüsen der *Areola* gesehen habe, eine an oft sehr intensiv gefärbten Körnern reiche Flüssigkeit führen (Taf. I. Fig. 6.), so gelangt man zur Ueberzeugung, dass eine Trennung der grössern Achseldrüsen von den andern Schweissdrüsen bezüglich des Secretes nicht rathsam ist, um so mehr, da wir noch keineswegs wissen, ob nicht auch die letztern unter gewissen Umständen Körner enthalten.

Was die Entstehung des körnerreichen Contentum der besagten Schweissdrüsen betrifft, so glaube ich dasselbe auf Rechnung von in den Drüsenschläuchen sich bildenden Zellen setzen zu können. Man trifft nämlich in den meisten Fällen in demselben Zellen, welche vollkommen dieselben Körnchen enthalten, die auch frei in den Drüsenkanälen vorkommen, und findet bei Vergleichung vieler Drüsen von verschiedenen Individuen, dass diese Zellen oft ungemein häufig sind und so zu sagen für sich allein das Contentum bilden. Auch kommt es vor, dass in einer und derselben Drüse die Enden des Drüsenschlauches nichts als Zellen führen, während der Ausführungsgang fast keine Spur von solchen, sondern nichts als Körner und einzelne freie Kerne enthält, und hier kann

man dann bei Durchmusterung der ganzen Drüse mit Leichtigkeit herausfinden, wie die Zellen nach und nach, je weiter nach oben sie treten, um so zahlreicher vergehen und die Körner in ihrem Innern und ihre Kerne austreten lassen. So entsteht ein mehr oder weniger grobkörniges, mit Kernen und Resten von Zellen versehenes Contentum, das endlich, nachdem seine Körner und Kerne sich verkleinert haben, und die letztern auch wohl ganz geschwunden sind, als ein feinkörniges zähes Fluidum nach aussen entleert wird. Wie die Zellen, die in solcher Weise an der Bildung des körnerreichen Contentum sich betheiligen, entstehen, kann ich nicht mit vollkommener Sicherheit angeben. So viel halte ich für ausgemacht, dass dieselben aus den Epiteliumzellen der Kanäle im Drüsenknäuel entstehen, denn einmal sind die Zellen des Inhaltes und des Epitelium in Bezug auf Grösse, Kerne und sehr oft auch auf den Inhalt (Taf. I. Fig. 6. *B*. 1. 2.) vollkommen sich gleich, und zweitens fehlt, wo ein zellen- oder körnerreiches Contentum in den Drüsen selbst vorkommt, das Epitelium meist gänzlich, so dass ersteres unmittelbar an die Muskelhaut anstösst. Da nun auf der andern Seite in den Drüsen, die nur helles Fluidum führen, das Epitelium immer sehr schön zu sehen ist und manchmal viele dunkle Körner in seinen Zellen enthält, so lässt sich meiner Meinung nach wohl annehmen, dass die Zellen im Contentum nichts als reichlich wucherndes, abgelöstes Epitelium sind. Ueber die Art und Weise, wie eine solche Vermehrung der Epiteliumzellen zu Stande kommt, weiss ich nichts zu sagen und ebenso wenig kann ich angeben, wie ein losgelöstes Epitelium sich wiederbildet, und ob nicht auch unabhängig von einem solchen Zellen in den Drüsenschläuchen drin entstehen.

Die Untersuchungen über das Secret der Schweissdrüsen sind weder vom chemischen, noch vom mikroskopischen Standpuncte aus als geschlossen zu betrachten. Ersteres anlangend, so kennen wir die Extractivstoffe und Riechstoffe des gewöhnlichen Schweisses noch nicht genauer und wissen nicht einmal, ob nicht manche von denselben auf Rechnung beigemengten Hauttalges zu setzen sind, und was die grossen Drüsen der *Axilla* betrifft, so sind uns dieselben noch weniger bekannt. Immerhin scheint mir schon die Thatsache, dass diese letztern Fett und eine stickstoffhaltige Substanz in grossen Mengen liefern, interessant, indem sich, bei der nachgewiesenen anatomischen Uebereinstimmung dieser und der übrigen Schweissdrüsen, hieraus vielleicht auch ein Schluss auf das Secret der letzteren ableiten lässt. Schon jetzt wissen wir, dass auch der gewöhnliche Schweiss stickstoffhaltige Materien (Extracte) und, wie *Krause* (l. c. pg. 146) bestimmt nachgewiesen hat, Fett enthält, und man kann sich fragen, ob nicht diese Materien an gewissen Orten (Hand, Fuss z. B.) reichlicher vorkommen oder unter gewissen Verhältnissen (bei localen, klebrigen, eigenthümlich riechenden Schweissen) zunehmen. Sogenannte Schweisskörperchen *Henle*

(pg. 915 u. 939) d. h. den Schleimkörperchen ähnliche Gebilde, habe ich bisher weder im Schweisse des Menschen, noch in den kleineren Drüsen gefunden, doch will ich darauf aufmerksam machen, dass fast constant auch in den kleineren Schweissdrüsen gewisse Kanälchen — und mir schienen es immer die dem blinden Ende zunächst gelegenen zu sein — vorkommen, die kein Lumen enthalten, sondern ganz von Epitelzellen erfüllt sind (Fig. 41 *B*), während die an den Ausführungsgang angrenzenden ohne Ausnahme ein solches von 0,004 — 0,01''' zeigten. Es scheint mir daher nicht unmöglich, dass auch in den gewöhnlichen Schweissdrüsen zeitenweise ein zellenhaltiges Secret gebildet und ausgestossen wird, wie solches bei den Axillardrüsen der Fall ist, denn nach dem, was die Untersuchung der Schläuche dieser Drüsen lehrt, ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass im Schweisse der Achselhöhle Körnchen, Kerne und vielleicht selbst Zellenreste vorkommen. — Ob der Schweiss bei verschiedenen Individuen und Menschenstämmen namhafte Differenzen darbietet, ist unbekannt, denn wir wissen nicht, ob der verschiedene Geruch der Hautausdünstung beim Europäer und Neger z. B. vom Schweisse oder der Perspirationsmaterie abhängt, und ebenso unerforscht sind, wenigstens vom mikroskopischen Standpuncte aus, die pathologischen Verhältnisse desselben.

§. 51.

Schweisskanäle. Die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen oder die Schweisskanäle, Spiralgänge (Figg. 1, 43. 15.) beginnen am obern Ende des Drüsenknäuels als einfache Kanäle, steigen leicht geschlängelt senkrecht durch die *Cutis* in die Höhe und dringen dann zwischen den Papil-

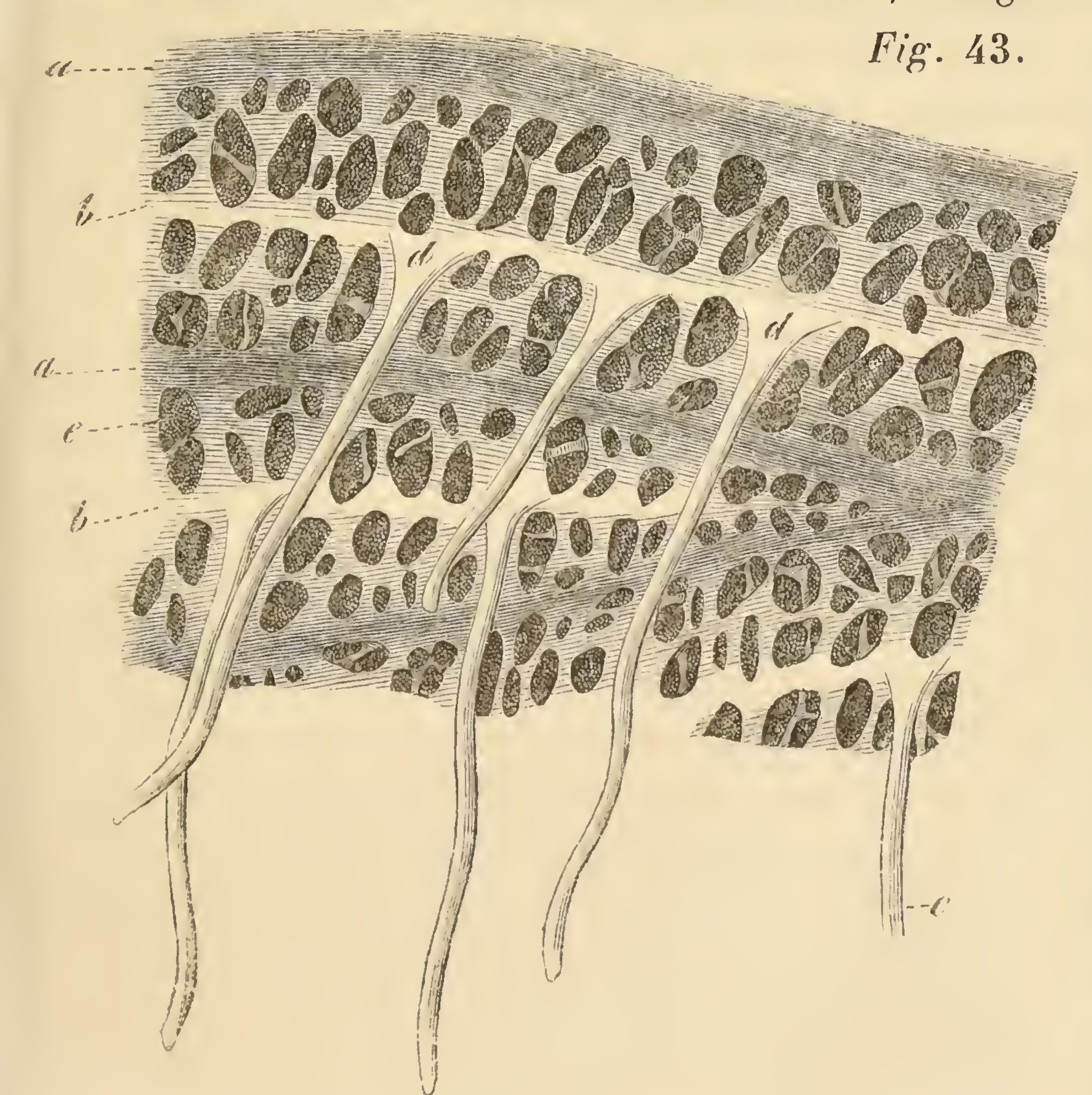


Fig. 43.

Fig. 43. Oberhaut der Handfläche von innen. *a.* Riffe entsprechend den Furchen zwischen den Cutisleistchen, *b.* solche entsprechend den Furchen zwischen den Papillenreihen, *c.* Schweisskanäle, *d.* breitere Insertionsstellen derselben an der Oberhaut, *e.* Vertiefungen für die einfachen und zusammengesetzten Papillen.

len, nie an der Spitze derselben, in die Oberhaut ein. Hier beginnen sie sich zu drehen und je nach der Dicke der Haut 2—16 und mehr engere oder weitere, spiralige Windungen zu machen, bis sie schliesslich mit kleinen runden, manchmal trichterförmigen Oeffnungen, den sogenannten Schweissporen, an der freien Fläche der Oberhaut ausmünden.

Die Länge der Ausführungsgänge der Schweissdrüsen richtet sich nach der Lage der Drüsen und der Dicke der Haut und varirt begreiflicherweise sehr bedeutend. Die Dicke derselben zeigt bei den kleineren Drüsen sehr constante Verhältnisse. Ohne Ausnahme ist der Anfang des Ganges enger als die Kanäle im Drüsenknäuel selbst und misst 0,009—0,012''', dann bleibt derselbe gleich eng bis zu seinem Eintritte in das *Stratum Malpighi*, wo er reichlich um das Doppelte, bis zu 0,024—0,028''' sich erweitert (Fig. 15.), in dieser Breite durch die Oberhaut zieht und mit einer Mündung von $^1/_{50}$ bis $^1/_{20}$''' ausgeht. Bei den Drüsen der Achselhöhle mass der Ausführungsgang in einem Falle in der Höhe der Talgdrüsen 0,06—0,09''', dicht unter der Oberhaut 0,03''', in der Oberhaut selbst wieder 0,06'''. — Der Bau der Schweisskanäle ist ziemlich ähnlich dem der Schläuche in den Drüsen selbst, doch zeigen sich einige Verschiedenheiten. Im *Corium* haben sie immer ein deutliches Lumen, eine äussere Hülle von Bindegewebe mit länglichen Kernen (bei den Drüsen der *Axilla* auch noch, wenigstens im untern Theile, Muskeln) und ein Epitelium von mindestens zwei Lagen von polygonalen kernhaltigen Zellen, die zum Unterschiede von denen der Drüsenknäuel selbst, so viel ich sah, nie gelbliche oder dunkle Körnchen führen, daher auch die Ausführungsgänge ganz hell, die Drüsenschläuche dagegen gelblich sind. Da, wo die Schweisskanäle in die Oberhaut treten, verlieren sie ihre Bindehülle, welche mit der äussersten Lage der Lederhaut zusammenfliesst und von nun an zeigen sie als Begrenzung nichts als Zellenlagen, welche im *Stratum Malpighi* kernhaltig, in der Hornschicht kernlos sind und den Oberhautzellen chemisch und morphologisch ganz gleichen, mit der einzigen Ausnahme, dass sie zum Theil eine andere Lage haben, nämlich mehr senkrecht stehen. Besonders ausgesprochen ist dies in der Hornschicht der Oberhaut, wo zwar die das Lumen des Kanales unmittelbar begrenzenden Zellen rundlich und 0,006''' gross sind, zwei oder drei äussere Schichten dagegen aus Zellen bestehen, die in der Richtung der Dicke der Haut 0,009—0,016''' messen. Ein Lumen ist in der Oberhaut manchmal deutlich, andere Male zieht sich ein körniger Streif an der Stelle desselben durch den Kanal hin, dessen Bedeutung vielleicht die eines Secretes oder Sedimentes aus dem Secrete ist. Die Schweissporen, deren Lagerung, entsprechend derjenigen der Schweissdrüsen, bald sehr regelmässig, bald

unregelmässig ist, sind an Handfläche und Fusssohle von blossem Auge leicht, an andern Orten schwer oder gar nicht zu erkennen; das Mikroskop deckt sie immer leicht auf und zeigt ausserdem noch, dass jede derselben von einigen concentrischen Epidermisschichten umgeben ist, wie sie auch um die Papillen herum sich finden.

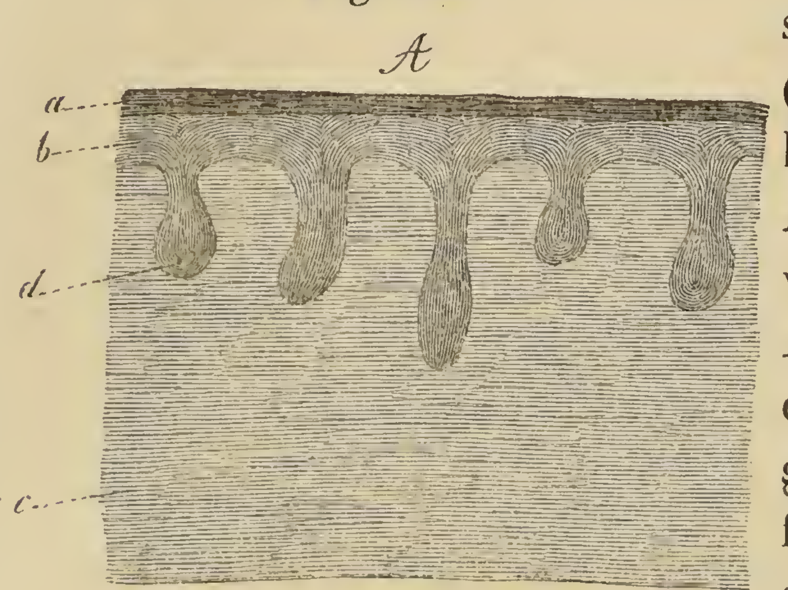
Die Zahl der Windungen der Schweisskanäle, die in der rechten Hand nach rechts, in der linken nach links gehen sollen (*Wendt*), ist bei verschiedenen Individuen sehr verschieden, so im Handteller 6 — 10 nach *Wendt*, 7—9 nach *Krause*, nach mir bis 16, an der Ferse von 20—25 (*Wendt*), in der Fusssohle bis zu 12 (*Krause*), am Handrücken nach mir 4, am Schienbein 3—4, am Knie 5—6, am grossen Zehenballen 7—8, an den dünnsten Hautstellen ½—2. — Nach *Krause* sollen, jedoch kaum einmal unter 16 — 20 Drüsen, die Ausführungsgänge von zweien in einen Kanal sich vereinen. Auch *R. Wagner* und *Giraldès* sahen die Schweisskanäle zuweilen zweischenklig. Anastomosen derselben durch Queräste (*Breschet et Roussel de Vauzème*, Pl. X, Fig. 33.) habe ich nie gesehen. — Nach *Henle (Jahresber. v. Canst.* 1844, pg. 32) besitzt der Ausführungsgang der Schweissdrüsen eine Lage von glatten Muskeln; sind die Drüsen der *Axilla* gemeint, so stimme ich hiermit ganz überein, an den kleineren sah ich dagegen den Gang nie muskulös. Was die Spiralfaserhaut ist, die *Platner* (*Allg. Physiol.* pg. 72) an den Schweisskanälen als mittlere Haut beschreibt, weiss ich nicht.

§. 52.

Ueber die Entwicklung der Schweissdrüsen besitzen wir nur wenige Beobachtungen. *Wendt* (l. c. pg. 290) will die Ausführungsgänge derselben zuerst beim viermonatlichen Fötus deutlich gesehen haben. Sie erschienen beim Ablösen der Epidermis durchsichtig, elastisch, von polypösem Bau, doch gelang es ihm selbst beim achtmonatlichen Embryo nicht, ein Lumen in denselben oder spiralförmige Windungen nachzuweisen, vielmehr schienen sie in gerader Richtung durch Epidermis und Cutis zu verlaufen. Nach *Valentin* (*Entw.* pg. 276) sind die Ausführungsgänge beim Neugebornen einmal dünner als beim Erwachsenen; früher beobachtete er sie nur zweimal in siebenmonatlichen Früchten, meint jedoch, dass, wenn ihre Identität mit den beim Abziehen der Epidermis wahrzunehmenden elastischen Fäden feststände, sie schon vom Anfange des fünften Monates an spätestens da seien. Endlich gibt noch *Kohlrausch* (*Bischoff Entw.* pg. 467) einiges über die Schweissdrüsen eines 6 bis 7 Monate alten Embryo an. Die Schweissdrüsen von $1/3'''$ Länge begannen mit einem engen Halse von $1/100$—$1/132'''$, der gewunden herabsteigend dicker wurde und mit einer blinden, oft umgebogenen, gleichsam umgerollten oder mit kleinen Appendices versehenen Anschwellung von $1/25'''$ endete. Die Zahl der Drüsen betrug 26 bis 32 auf einer Linie.

Dass aus diesen Angaben, so dankenswerth sie auch sind, noch kein Bild über die Entwicklung der Schweissdrüsen sich machen lässt, ist klar, ich habe daher selbst einige Untersuchungen in dieser Richtung angestellt und hierbei Folgendes gefunden. Die Schweissdrüsen erscheinen erst im fünften Monate des Embryonallebens und zwar in einer solchen Gestalt, dass sie nur mit dem Mikroskop sich entdecken lassen, wesshalb ich *Wendt's* Angaben als durchaus nicht hierher gehörig betrachten muss. Ursprünglich sind sie nichts anderes als ganz solide Auswüchse des *Stratum Malpighi* der Oberhaut und gleichen den ersten Anlagen der Haarbälge fast vollkommen, mit der einzigen Ausnahme, dass sie senkrecht stehen und nicht weiss, sondern gelblich durchscheinend sind. Am besten studirt man dieselben auf senkrechten Durchschnitten der Haut (*Planta pedis* oder *Vola manus*), wobei sich zeigt (Fig. 44. *A B*), dass jeder Auswuchs mit einem dünneren Theile von der unteren Fläche des *Stratum Malpighi* ausgeht, in die Lederhaut eindringt und mit einer kolbenförmigen Anschwellung endet. In den frühesten von mir gesehenen Zuständen massen die Auswüchse in der *Planta pedis* 0,03—0,09‴ Länge, 0,01‴ Breite am Halse, 0,018—0,02‴ am Grunde und erstreckten sich, auch die längsten, nicht bis in die Hälfte der 0,25‴ dicken *Cutis* hinein. In keinem derselben war eine Spur von Höhlung zu entdecken, vielmehr bestanden alle durch und durch aus runden Zellen, ganz denen gleich, die das *Stratum Malpighi* der Oberhaut zusammensetzten; ausserdem hatte noch jeder Auswuchs eine zarte Hülle, welche denselben ganz umgab und in die Begrenzung der innern Fläche der Oberhaut sich fortsetzte. Schweissporen waren keine da und ebenso wenig zeigte sich auch nur eine Andeutung eines Schweisskanals in der 0,024—0,03‴ dicken Oberhaut selbst, so dass mithin, wie

Fig. 44.



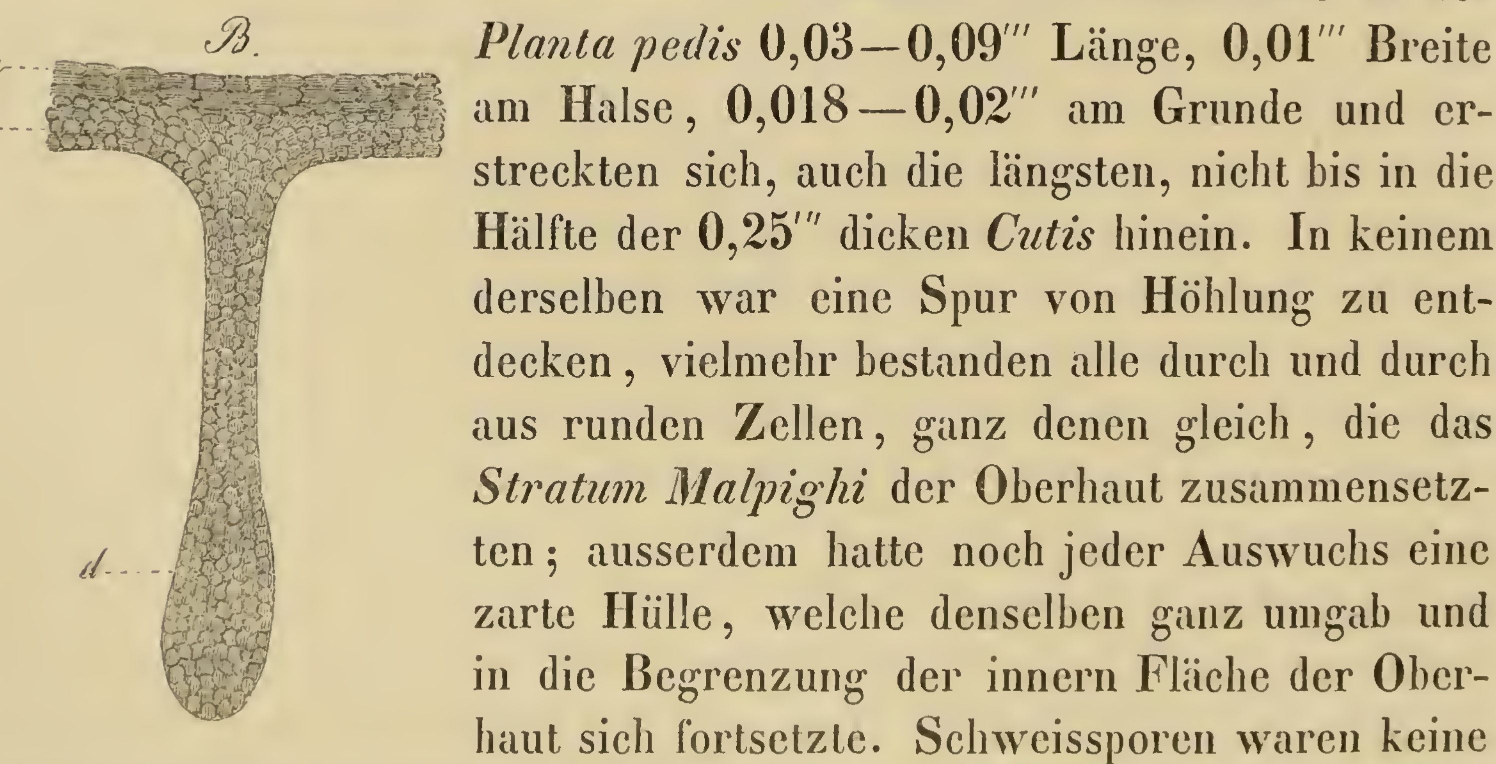


Fig. 44. Schweissdrüsenanlagen von einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo. *A*. Ein Durchschnitt durch die ganze Haut mit fünf Drüsen, 50 mal vergrösert. *B*. Eine einzelne Drüse bei 350maliger Vergrösserung. *a*. Hornschicht der Oberhaut, *b*. Schleimschicht, *c*. *Corium*, *d*. Drüsenanlage ohne Lumen aus kleinen runden Zellen bestehend.

es vorhin bemerkt wurde, die ganze Anlage der Drüse aus nichts als aus einem kurzen flaschen- oder birnförmigen Fortsatze der Oberhaut nach innen bestand.

Fig. 45.

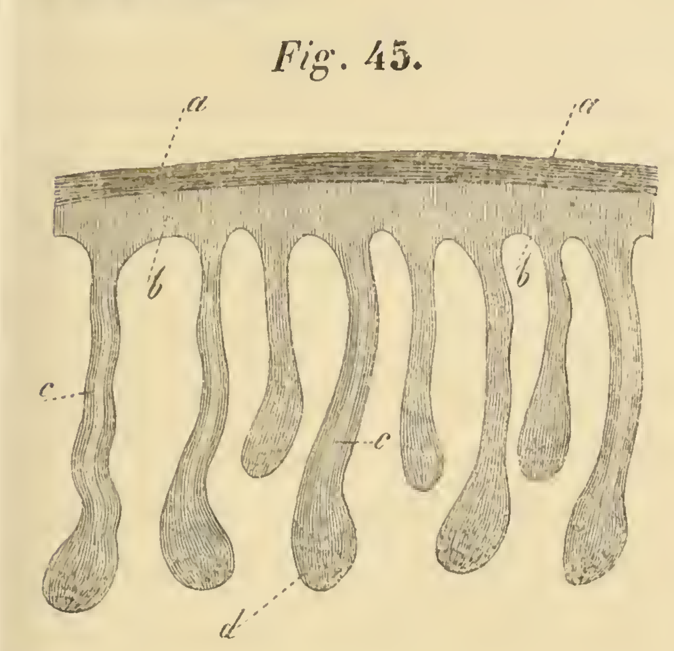
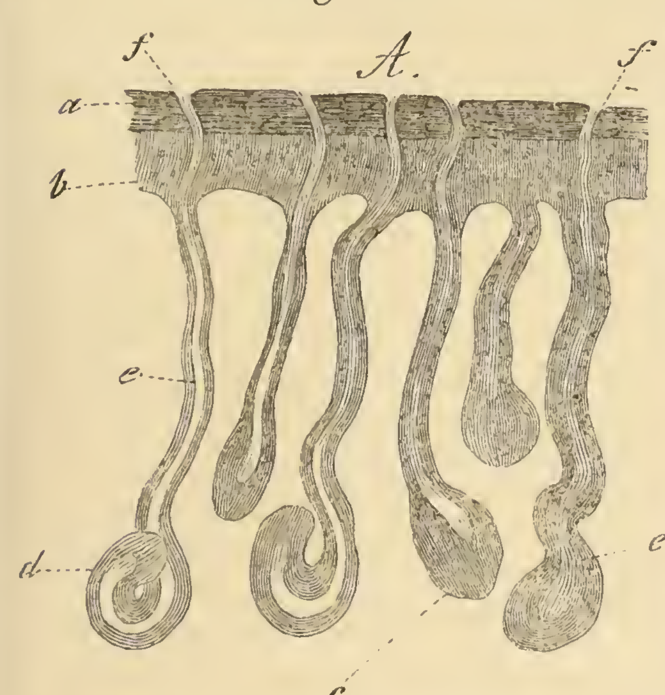


Fig. 46.



Die weitere Entwicklung der Schweissdrüsenanlagen ist nun vorerst die, dass dieselben, indem sie immer weiter nach innen sich verlängern, verschiedentlich sich winden und zugleich auch eine Höhlung in sich entwickeln. Im Anfange des sechsten Monates reichen die Drüsen der Sohle und Hand schon bis in die Mitte und zum untersten Viertheile der *Cutis* (Fig. 45), messen $0,028 - 0,04'''$ an ihrem kolbigen Ende, $0,016 - 0,02'''$ in dem von demselben aufsteigenden Gange, sind schon leicht geschlängelt und zeigen wenigstens theilweise in ihrem engeren Theile ein Lumen, ohne jedoch in die Oberhaut einzudringen oder gar sich an der Aussenfläche derselben zu öffnen. Erst im siebenten Monate fand ich immer an denselben Orten die ersten Spuren der Schweissporen und Schweisskanäle in der Epidermis, doch noch sehr undeutlich, und die letzteren nur mit einer halben Windung (Fig. 46. *A*); dagegen war der in der *Cutis* steckende Theil der Drüse nun bedeutender entwickelt, reichte bis in die innersten Theile derselben und war an seinem blinden Ende hakenförmig umgekrümmt oder schon etwas gewunden, so dass eine erste Andeutung eines Drüsenknäuels von ungefähr $0,04 - 0,06'''$ entstand. Der aus demselben entspringende Kanal machte meist mehrere stärkere Windungen, zeigte bei einer Dicke von $0,015'''$, $0,020 - 0,022'''$, ein

Fig. 45. Schweissdrüsenanlagen aus dem sechsten Monat 50 mal vergr. *a, b, c, d* wie bei Fig. 45. Das Lumen *e*. ist bei einigen Drüsen in dem Theile, der zum späteren Schweisskanale sich gestaltet, schon angedeutet.

Fig. 46. *A*. Schweissdrüsenanlagen aus dem siebenten Monate, 50 mal vergr. Die Buchstaben *a*, *b*, *c*, *d*, *e* wie bei Fig. 45. Das Lumen ist durchweg vorhanden, nur reicht es nicht ganz bis ans Ende des dickeren Theiles der Drüsenanlagen, die zum Drüsenknäuel sich gestalten. Fortsetzungen der Kanäle in die Oberhaut hinein und Schweissporen *f*. sind da. *B*. Ein Knäuel einer Schweissdrüse aus dem achten Monate,

Lumen von 0,003 — 0,004‴, welches manchmal selbst bis in den Endknäuel sich erstreckte und bestand, wie auch der letztere, aus der ursprünglichen, jedoch dickeren, mit der Oberfläche der *Cutis* continuirlichen Haut und einem mehrschichtigen Epitelium blasser, polygonaler oder rundlicher Zellen. In ähnlicher Weise sah ich um diese Zeit auch die Drüsen des übrigen Körpers, über die ich aus früheren Zeiten nichts zu berichten weiss, ja selbst die der Achselhöhle waren durch gar nichts vor den andern ausgezeichnet. Von nun an geht die Entwicklung rasch voran, das Drüsenende verlängert sich immer mehr und wickelt sich zusammen (Fig. 46. *B*), so dass bald ein von dem, was der Erwachsene zeigt, kaum verschiedenes Verhalten sich einstellt. Beim Neugebornen messen die Drüsenknäuel der Ferse 0,06—0,07‴ (bei einem Kinde von vier Monaten an der Ferse 0,06 — 0,1‴, in der Hand 0,12‴), besitzen vielfach verschlungene Kanäle von 0,015 — 0,02‴ und ziehen mit ihren Ausführungsgängen (in der *Cutis* von 0,008‴, im *Rete Malpighi* von 0,022‴) schon gewunden durch die Oberhaut.

Suchen wir aus diesen Thatsachen uns die ganze Entwicklung der Schweissdrüsen klar zu machen, so stossen wir auf manches nicht Uninteressante. Die einzelne Schweissdrüse entwickelt sich offenbar nicht als Einstülpungsbildung der Haut und ist auch nicht gleich von Anfang an ein hohles Gebilde, sondern kommt zuerst als einfache Wucherung der Schleimschicht der Haut zum Vorschein. Wie diese entsteht, welche Veränderungen in den Elementen der Oberhaut ihr zu Grunde liegen, das wissen wir freilich nicht bestimmt, doch dürfen wir, da einerseits die Oberhaut bis in ihre tiefsten Schichten und anderseits auch die Schweissdrüsenanlagen aus Zellen bestehen, mit mehr als Wahrscheinlichkeit annehmen, dass der gewöhnliche Zellenvermehrungsprocess, der beim embryonalen Wachsthum so oft sich betheiligt, auch hier im Spiele ist. Durch fortgesetzten Zellenvermehrungsprocess wachsen dann die ursprünglichen Anlagen immer tiefer in die Haut hin, nehmen ihre eigenthümlichen Windungen an und scheiden sich in den Drüsenknäuel und den Schweisskanal, während zugleich, entweder durch Verflüssigung der centralen Theile, die dann gleichsam als erstes Secret erscheinen, oder durch Ausscheidung einer Flüssigkeit zwischen ihre Zellen, eine Höhlung in ihnen entsteht. Zweifelhaft ist dagegen, wie der Schweisskanal in der Oberhaut und die Schweisspore sich bildet, ob mechanisch analog den Oeffnungen der Haarbälge oder durch einen Gestaltungsprocess in der Oberhaut selbst. Ich bin eher für letzteres und möchte glauben, dass wenn einmal die Schweissdrüsenanlagen eine gewisse Grösse erreicht haben, da wo dieselben an der Epidermis ansitzen, eine Gruppe von

Oberhautzellen durch Annahme eines etwas eigenthümlichen (Längen-?) Wachsthumes von den übrigen sich scheidet, so oder so im Innern einen Kanal erzeugt und hierdurch schliesslich als Fortsetzung des Schweisskanales nach aussen sich kundgibt; an diesem Theile des Kanales tritt dann noch später, wenn die ihn begrenzenden Zellen in der Richtung der Dicke der Haut stärker sich verlängern, als die übrigen Oberhautzellen selbst, die bekannte spiralige Windung ein.

So viel von den einzelnen Drüsen. Nun frägt sich noch mit Bezug auf die Gesammtzahl derselben, ob gleich beim ersten Auftreten derselben die Anlagen für Alle gegeben sind. Ich glaube nein; denn einmal ergibt schon die mikroskopische Untersuchung, dass im sechsten bis siebenten Monat der Drüsen mehr sind als im fünften, und dann scheint auch aus einigen Beobachtungen über die Abstände der Drüsen von einander sich zu ergeben, dass dieselben mit der Zeit an Zahl zunehmen. Ich finde nämlich, dass, während im fünften Monate die Ausgangspuncte der Schweissdrüsenanlagen von der Oberhaut an der Ferse der Quere nach (man berücksichtige, dass die Cutisleistchen hier der Quere nach ziehen) um 0,04—0,06‴ abstehen, beim Neugebornen an demselben Orte der Abstand der Schweissporen nur 0,02—0,04‴ im Mittel (¹/₄ stehen ganz dicht beisammen, ¹/₄ in Abständen von 0,06‴, selbst 0,08‴, die Hälfte in solchen von 0,02—0,04‴) ist; demnach vergrössern sich an der Ferse die Abstände der Drüsen in der Zeit zwischen ihrer Entstehung und der Geburt meist gar nicht, ja verringern sich sogar, während der Fuss hier in der Querrichtung wenigstens um das dreifache zunimmt, woraus, da von einer nennenswerthen Vergrösserung der Schweissporen selbst keine Rede ist, einfach folgt, dass auch nach dem fünften Monate Schweissdrüsen entstehen müssen. — Was die späteren Zeiten betrifft, so ist es nicht nöthig, eine fernere Bildung von Schweissdrüsen zu statuiren, da nach der Geburt die Abstände derselben so ziemlich gleichmässig mit dem Wachsthum des Körpers sich vergrössern, so dass beim Erwachsenen, während die Ferse ungefähr 2—2¹/₂ mal breiter geworden ist als beim Neugebornen, die Distanzen der Schweissporen in der Längsrichtung der Cutisleistchen 0,06—0,15‴ betragen.

Ich kann nicht umhin noch auf die zarte Hülle der ersten Schweissdrüsenanlagen aufmerksam zu machen. Dieselbe gleicht sehr der ähnlichen Hülle der Haarbalganlagen, die wahrscheinlich zur structurlosen Haut der Haarbälge wird und es könnte hieraus ein Grund zur Annahme einer *Membrana propria* an den Schweissdrüsen hergeleitet werden, wenngleich eine solche später nicht zu demonstriren ist. Ueber die pathologischen Verhältnisse der Schweissdrüsen ist wenig bekannt. *Kohlrausch* (*Müll. Arch.* 1843, pg. 366) hat Schweissdrüsen von ziemlicher Grösse (¹/₂‴)

in einer Eierstockscyste neben Haaren und Talgdrüsen gefunden. Bei *Elephantiasis Graecorum* beobachteten *G. Simon* und *Brücke* (*Simon Hautkrankheiten* pg. 268) eine Vergrösserung der Schweissdrüsen, ebenso *v. Bärensprung* bei einer Art von Warzen (l. c. pg. 81); der letztere sah auch (pg. 10) eine *Atrophie* der Drüsen bei Hühneraugen und ein Verschwinden des Ganges derselben in den äussern Epidermislagen. Wie die Drüsen im Alter, bei dem gänzlichen Fehlen der Schweissbildung und bei abnormen Schweissen sich verhalten, ist unbekannt. — Bei einer ausgezeichneten *Ichthyosis congenita* (sehr ähnlich, nur noch ausgezeichneter als der von *Steinrück* beschriebene Fall) eines Neugebornen, den Dr. *H. Müller* und ich untersuchten, waren die Schweissdrüsen vorhanden. Ihre Ausführungsgänge verhielten sich, in Betreff ihres Verlaufes in der bis auf 2‴ verdickten Oberhaut, zum Theil wie gewöhnlich, zum Theil legten sie sich, wie an der *Planta pedis*, mit ihren äussern Theilen fast ganz horizontal und verliefen stellenweise bis auf eine Länge von 1½‴ ganz eben fort, so dass sie auf Flächenschnitten der Oberhaut als parallele, auf den ersten Blick ganz fremdartige Kanäle mit einem Lumen von 0,0025—0,003‴ erschienen. Eigenthümlich war auch der Inhalt der Schweisskanäle, der ohne Ausnahme aus vielen weissen Fetttropfen bestand.

Schweissdrüsen beobachtete ich auch in dem von *Mohr* beschriebenen Falle von einer grossen Höhle mit Haaren in der Lunge (*Berlin. Med. Centralzeitung* 1839, Nr. 13); ihre Grösse betrug 0,24‴, und dieselben sassen in einem mit gewöhnlichen Fettzellen versehenen *Panniculus adiposus*, wie denn überhaupt bemerkt werden muss, dass die Wand der Höhle, ausser der erwähnten Fetthaut, auch eine Lederhaut mit Papillen und eine Oberhaut wie die äussere Haut besass.

§. 53.

Methode der Untersuchung. Zur Untersuchung der Lage der Schweissdrüsen und ihrer Ausführungsgänge fertigt man feine Schnitte frischer oder leicht getrockneter Haut der Fusssohle oder Handfläche an, die man durch Essigsäure oder Natron durchsichtig macht. *Gurlt* benutzt hierzu in *Liq. Kali carbonici* erhärtete und durchsichtig gemachte Haut. *Giraldès* macerirt die Haut 24 Stunden in verdünnter Salpetersäure (1 Th. Säure, 2 Th. Wasser) und 24 Stunden in Wasser, welches Verfahren nach *Krause* sehr zweckmässig ist, da die Drüsen gelb werden und sich gut hervorheben. An macerirten Hautstücken lässt sich mit der Oberhaut die Zellenauskleidung der Schweisskanäle in Gestalt von langen Röhrchen aus der *Cutis* herausziehen (Fig. 43.); dasselbe gelang mir an zarten Hautstellen nicht selten auch nach Benetzung derselben mit concentrirter Essigsäure. Die Untersuchung der Drüsenknäuel selbst ist bei den Achseldrüsen sehr leicht; bei den andern muss man die Haut von innen her präpariren und die Drüsen theils an der Innenfläche der *Cutis*, theils in den Maschen derselben aufsuchen, was bei einiger Aufmerksamkeit leicht gelingt, namentlich an Hand, Fuss

und Brustwarze. Zur Demonstration eignen sich vorzüglich gut die durch *Gurlt* beschriebenen grossen Drüsen der Sohlenballen des Hundes und nach passender wären die ganz lose im subcutanen Gewebe liegenden grossen Drüsen der Vorhaut und der Haut des Euters des Pferdes. Will man die Drüsen zählen, so kann man auf Flächenschnitten der Haut ihre Oeffnungen suchen oder ein Hautstück von bestimmter Grösse nach der *Giraldès*'schen Methode behandeln und Stück für Stück untersuchen (*Krause*). Für das Studium der Entwicklung der Drüsen mache man mit Doppelmesser oder Rasirmesser Durchschnitte der frischen und getrockneten Haut von Ferse und Handfläche von Embryonen; auch an Embryonen in Spiritus kann man, wenn die Schnitte fein sind, die Drüsen noch ganz gut sehen, namentlich auch im ersten Momente der Einwirkung von caustischem Natron.

Literatur.

Eichhorn in Meck. Arch. 1826. Genauere Beschreibung der schon von *Grew*, *Prochaska*, *Autenrieth* gekannten Schweissporen.

A. Wendt, *De epidermide humana*, *Diss. inaug. Vratisl.* 1833 und: Ueber die menschliche Epidermis in Müll. Arch. 1834, pg. 278. (Beschreibung der Ausführungsgänge der Schweissdrüsen unter *Purkinje*'s Leitung.)

Breschet et Roussel de Vauzème, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils tégumentaires des animaux* in *Annal. d. scienc. natur.* 1834, pg. 167 und pg. 321. (Entdeckung der Schweissdrüsen selbst, schlechte Abbildung derselben, Annahme schleimabsondernder Drüsen der Haut, *Appareil blennogène*, die nichts als Schweissdrüsen sind, wie auch die Abbildung derselben zeigt, die die Windungen richtig angibt. Pl. X. Fig. 22.)

Gurlt, Vergleichende Untersuchungen über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere, besonders in Bezug auf die Absonderungsorgane des Hauttalges und des Schweisses in Müll. Arch. 1835, pg. 399. (Erste gute Abbildung der Drüsen selbst.)

Giraldès, *Recherches sur l'existence des glandes tégumentaires chargées de sécréter la sueur* in *Annal d. sc. nat.* 1841, pg. 310. (*Extrait d'un memoire présenté à l'Acad.*)

Ch. Robin, *Note sur une espèce particulière des glandes de la peau de l'homme* in *Annal. d. sc. natur.* 1845, *Dec. pg.* 380.

W. E. Horner, *On the odoriferous glands of the negro* in *americ. Journ. of science*, *Jan.* 1846. p. 13.

Ausserdem vergleiche man noch besonders die allgemeinen Werke von *Todd-Bowman*, *Henle*, *Valentin*, *Hassall*, die oben bei der Haut citirten Abhandlungen von *Krause*, mir (Beschreibung der Muskulatur der Schweissdrüsen), *Simon*, *v. Bärensprung*, und *Wilson*; ferner die Abbildungen von *Berres* Tab. XXIV, *R. Wagner Icon. phys.* Tab. XVI. Fig. 9 und *F. Arnold Icon. org. sens.* Tab. XI.

B. Von den Ohrenschmalzdrüsen.

§. 54.

Die Ohrenschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*, sind bräunliche, einfache, äusserlich den Schweissdrüsen vollkommen gleiche Drüsen, welche nur im äussern Gehörgange vorkommen und an der Bildung des Ohrenschmalzes, *Cerumen auris*, wesentlich sich betheiligen.

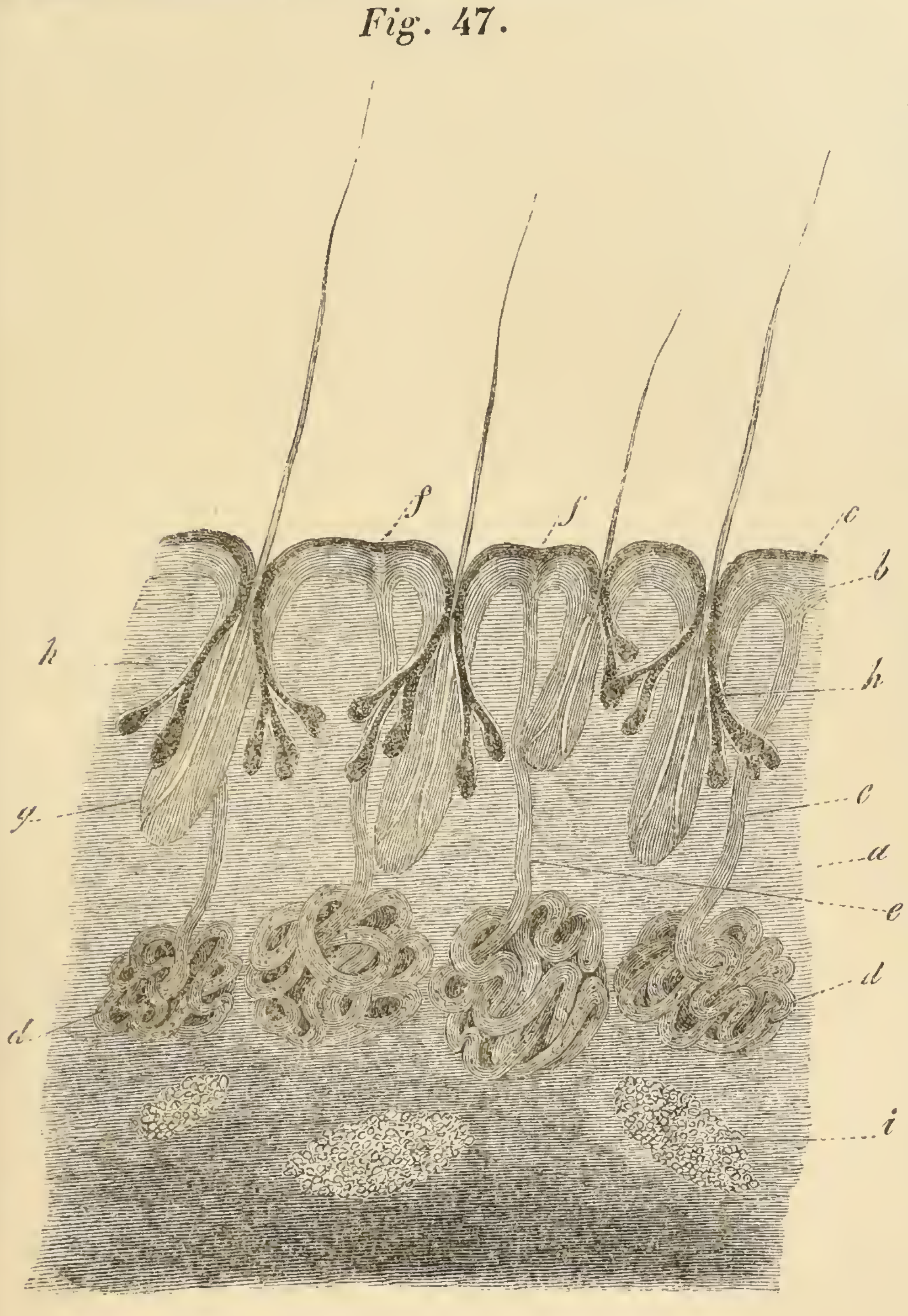
§. 55.

Die Ohrenschmalzdrüsen finden sich nicht im ganzen äussern Gehörgange, sondern nur im knorpeligen Theile desselben; sie liegen hier zwischen der Haut des Ganges und dem Knorpel oder den fibrösen Massen, die dessen Stelle vertreten, in einem derben fettarmen Unterhautzellgewebe und bilden eine zusammenhängende, dem blossen Auge leicht sichtbare gelbbraune Drüsenschicht, welche an der innern Hälfte des *Meatus cartilagineus* am mächtigsten ist, nach aussen allmälig sich verdünnt und auch lockerer wird, jedoch vollkommen so weit sich erstreckt, als der knorpelige Gang selbst. Im *Meatus externus osseus*, dessen ganz zarte Haut fest mit dem *Perioste* verbunden ist, fehlen, wie ich entgegen *Huschke* behaupten muss, die Drüsen ganz und ebenso war es mir nicht möglich an der Ohrmuschel selbst, namentlich an der *Concha*, eine Spur derselben zu entdecken.

Die Ohrenschmalzdrüsen zerfallen jede in den Drüsenknäuel und den Ausführungsgang. Ersterer (Fig. 47. *d*) ist kugelig oder mehr eiförmig von Gestalt und misst an den zugleich dunkler gefärbten inneren Drüsen $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}'''$, während er an den nach der Ohrmuschel zu liegenden nach und nach bis zu $\frac{1}{10}'''$ sich verkleinert und auch eine blassere Färbung annimmt. Er besteht, gerade wie bei den grösseren Schweissdrüsen, aus vielfachen Windungen eines einzigen 0,03 — 0,06''', im Mittel 0,04 — 0,05''' ($\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{20}'''$) dicken Kanälchens, das hie und da, jedoch nicht constant, kleine Ausbuchtungen besitzt und mit einem blinden, leicht angeschwollenen Ende ausgeht. Von dem Knäuel steigt ein kurzer, gerader 0,016 — 0,024''' weiter Ausführungsgang senkrecht in die Höhe, durchbohrt Lederhaut und Epidermis des Gehörganges und öffnet sich in der Regel für sich mit einer runden Pore von 0,044''' oder

mündet, wie ich wenigstens in einigen Fällen gesehen zu haben glaube, in den obersten Theil der Haarbälge ein.

Fig. 47.



Buchanan gibt die Zahl der Ohrenschmalzdrüsen offenbar übertrieben auf 1000 — 2000 an, *Huschke* auf 20 — 30 in einer □‴. Die frühere Ansicht, dass die Ohrenschmalzdrüsen nur stärker entwickelte Talgdrüsen seien, die noch *Valentin* (*Physiologie*, 2te Aufl. Bd. I. pg. 623) vertheidigt, lässt sich nicht halten, denn ihr anatomischer Bau ist ein ganz anderer, genau der der Schweissdrüsen und zudem münden sie auch nicht in der Regel in die Haarbälge ein, wie *Valentin* angibt. Viel eher liesse sich ihre Identität mit den Schweissdrüsen behaupten, worüber unten mehr.

§. 56.

Der feinere Bau der Ohrenschmalzdrüsen ist folgender. Die Kanäle der Drüsenknäuel besitzen eine Faserhülle und ein Epitel, jene von 0,004 — 0,005‴ Dicke, dieses von 0,004‴. Die Faserhülle verhält sich gerade wie bei den grösseren Schweissdrüsen, d. h. sie besteht aus einer innern, 0,0023 — 0,0026‴ mächtigen Lage von glatten Muskeln mit longitudinalem Verlauf, deren Elemente, kurze Faserzellen von 0,02‴ Länge mit länglichen, cylindrischen Kernen von 0,004 — 0,008‴, sich ziemlich leicht isoliren lassen, und einer äussern Lage von Bindegewebe mit ein-

Fig. 47. Durchschnitt durch die Haut des äussern Gehörganges 20 mal vergr. *a. Corium; b. Stratum Malpighi; c.* Hornschicht der Epidermis; *d.* Knäuel der Ohrenschmalzdrüsen; *e.* Ausführungsgänge derselben; *f.* Ihre Mündungen; *g.* Haarbälge; *h.* Talgdrüsen des Gehörganges; *i.* Fettträubchen.

gestreuten mehr spindelförmigen Kernen, dem manchmal quere, sehr feine Kernfasern beigesellt sind. Das Epitel sitzt ohne dazwischenliegende *Membrana propria* unmittelbar auf der Muskellage auf und besteht aus polygonalen, 0,006—0,01‴ grossen Zellen mit rundlichen Kernen von 0,0024—0,004‴ in einfacher Lage, die besonders durch ihren Inhalt sich auszeichnen. Derselbe enthält Körnchen verschiedener Art; die einen sind gelbbraun, von derselben Farbe wie die Drüsenknäuel, rundlich oder meist unregelmässig von Gestalt und von unmessbarer Kleinheit bis zu 0,001 und 0,002‴, während die andern bei einer regelmässigen Gestalt weisslich, bei durchfallendem Lichte dunkel wie Fett aussehen und eine gleichmässige Grösse, meist unter 0,001‴, besitzen. Diese beiderlei Körnchen finden sich entweder nur in geringer Zahl in den Zellen, z. B. nur um den Kern herum, oder sie erfüllen isolirt und zu Klümpchen verbunden dieselben ganz; letzteres ist das gewöhnliche, wobei jedoch noch zu bemerken ist, dass die dunklen Fettkörnchen im Ganzen nur selten vorkommen und dass ganze Strecken einer Drüse in der Regel nur eine und dieselbe Art von Körnchen enthalten, woher es denn kommt, dass dieselben entweder gleichmässig bräunlich oder dunkel (bei auffallendem Lichte weisslich) aussehen. Was den Inhalt der Drüsenkanäle anbelangt, so bin ich über denselben nicht ganz ins Reine gekommen. In manchen Fällen schien in dem von dem Epitel umgrenzten Raume eine helle Flüssigkeit sich zu befinden, über deren Zusammensetzung jedoch wegen des undurchsichtigen Epitels nichts zu ermitteln war, in andern Fällen dagegen enthielten die Kanäle offenbar eine körnige Substanz vorzüglich aus Zellen, denen des Epitels gleich zusammengesetzt, woraus hervorzugehen scheint, dass wie bei den Schweissdrüsen in Bezug auf den Inhalt wechselnde Verhältnisse vorkommen. — Die Ausführungsgänge entbehren von ihrem Ursprunge aus den Drüsenknäueln an jeder Muskulatur gänzlich und besitzen ähnlich den Schweisskanälen eine Hülle von Bindegewebe und ein mehrschichtiges Epitel von kleinen, kernhaltigen, der Fett- und Pigmentkörner ermangelnden Zellen. Im Lumen derselben, das jedoch nicht immer deutlich ist, findet sich bald eine helle Flüssigkeit, bald eine feinkörnige Substanz in geringer Menge.

§. 57.

Als Secret der Ohrenschmalzdrüsen wird gemeinhin das Ohrenschmalz, *Cerumen auris*, genommen, was jedoch nur theilweise richtig ist. Untersucht man die weingelbe oder bräunliche, weichere oder festere klebrige Substanz, welche im knorpeligen Gehörgange sich bildet, so findet man, dass dieselbe aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt

ist. Abgesehen von einzelnen Härchen, hie und da einem *Acarus folliculorum* und in verschiedener Zahl vorhandenen Epidermiszellen, deren Ursprung nicht zweifelhaft ist, trifft man 1) sehr viele mit blassem Fett ganz erfüllte Zellen von 0,009 — 0,02''' von meist länglich runder, abgeplatteter, unregelmässiger Gestalt, in denen bei Wasser-, und noch mehr bei Natronzusatz das Fett in einzelne runde oder unregelmässige dunklere Tropfen sich scheidet, 2) viel freies Fett in Gestalt von blassen, kleinen rundlichen Tröpfchen, die durch Wasser als runde dunkle Körner von unmessbarer Feinheit bis zu einer Grösse von 0,002''' und darüber erscheinen und erst recht deutlich hervortreten, 3) gelbe oder bräunliche Körner und Körneraggregate, frei oder selten in Zellen, im Ganzen genommen spärlich, 4) endlich wenn das Secret flüssiger ist, auch eine geringe Menge einer klaren Flüssigkeit. Frägt man nun, von woher diese verschiedenen Elemente abstammen, so ist mit Bezug auf 1 und 3 die Antwort nicht schwer. Die Zellen 1 nämlich verhalten sich genau so wie die der Hautschmiere und stammen zweifelsohne aus den Talgdrüsen des äussern Gehörganges, und die bräunlichen Körner, so wie die Zellen, die sie einschliessen, die übrigens selten recht deutlich sind, sind mit den Pigmentkörnern und den Zellen im Innern der Ohrenschmalzdrüsen vollkommen identisch. Was dagegen das freie Fett und die Flüssigkeit betrifft, so ist ihr Ursprung noch etwas zweifelhaft. Man könnte daran denken, dieselben zum Hauttalge zu rechnen, da dieser auch freies Fett und manchmal auch etwas Flüssigkeit enthält, allein hiergegen sprechen mehrere Gründe. Erstens bliebe dannzumal als Secret der *Glandulae ceruminosae* nichts übrig als die braunen Körnchen, von denen zwar *Henle* angibt, dass sie in unendlicher Menge frei im Ohrenschmalze vorkommen, die jedoch nach meinen bisherigen Erfahrungen nur spärlich und in gar keinem Verhältnisse zur ganzen Masse des Secretes sich finden und namentlich auch an der braunen oder gelben Farbe desselben so zu sagen keinen Antheil haben; der Farbstoff des Ohrenschmalzes ist nämlich ein ganz anderer als der dieser Körner, denn während diese durch Wasser, Säuren und Alkalien (in der Kälte) sich durchaus nicht verändern, wird das *Cerumen* schon durch Wasser und auch durch die andern genannten Reagentien in kurzer Zeit entfärbt. Zweitens zeigt eine Vergleichung des Ohrenschmalzes mit gewöhnlichem Hauttalge, z. B. von der Ohrmuschel, dass gerade die Menge des freien Fettes und die deutlich sichtbare Verbindungsflüssigkeit ein wesentlicher Character des ersteren ist. Schon frisches, weniger zähes Ohrenschmalz zeigt bei aufmerksamer Betrachtung die blassen, ins Gelbliche spielenden Fetttröpfchen und vollkommen deutlich, obschon etwas verändert, werden sie,

wie schon erwähnt, bei Wasserzusatz, in welchem Zustande sie wahrscheinlich auch von *Henle* mit den intensiv gefärbten Körnchen aus den Drüsen selbst verwechselt wurden. Demzufolge scheint mir der Schluss, dass die Ohrenschmalzdrüsen eine fettreiche Flüssigkeit mit einzelnen bräunlichen Körnchen secerniren, vollkommen gerechtfertigt, woraus dann auch hervorgeht, dass das gewöhnlich sogenannte *Cerumen auris* nicht ein einfaches Secret, sondern ein Gemeng von Hauttalg und dem wirklichen Producte der Ohrenschmalzdrüsen ist. Bei so bewandten Umständen ist natürlich die Analyse des gewöhnlichen Ohrenschmalzes von *Berzelius* nur mit Vorsicht zu benutzen. Meiner Ansicht nach kommt die von ihm aufgefundene braungelbe, in Alkohol und Wasser lösliche bittere Substanz und der wenige in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche, blassgelbe, pikant schmeckende Extractivstoff nebst einem bedeutenden Theile des Fettes auf Rechnung der Ohrenschmalzdrüsen, das übrige Fett, die Hornsubstanz und wahrscheinlich auch das meiste Eiweiss auf die Talgdrüsen, wogegen das Verhalten der Salze natürlich ganz unbestimmt bleiben muss.

In Folge der Analyse von *Berzelius* nahm man ziemlich allgemein eine gewisse Uebereinstimmung des Ohrenschmalzes und der Galle an. Nun bemerkt aber *Lehmann* neulich (*Fror. Notiz.*, März 1849, No. 183), dass er zwar wohl im *Smegma praeputii*, nicht aber im Ohrenschmalze und Hauttalge Gallenstoff aufgefunden.

§. 58.

Die Ohrenschmalzdrüsen besitzen wohl in dem sie umgebenden Bindegewebe zahlreiche Gefässe, doch scheinen diese weniger als bei den Schweissdrüsen auch in das Innere der Drüsenknäuel einzudringen, dagegen habe ich in einem einzigen Falle eine feine Nervenfaser von 0,003‴ mitten in einer Drüse gesehen. — Ueber die Entwicklung der Drüsen kann ich nicht viel angeben. Ich habe dieselben bisher nur bei einem Fötus von 5 Monaten untersucht, wo sie die Gestalt von geraden, durch und durch aus kleinen kernhaltigen Zellen gebildeten blassen Fortsätzen des *Stratum Malpighi* der Oberhaut des Gehörganges hatten und mit einem leicht angeschwollenen und leicht um seine Axe gedrehten dickern Ende von 0,024‴ ausgingen, so dass eine erste Andeutung eines Drüsenknäuels entstand. Es glichen mit anderen Worten diese Drüsenanlagen vollständig dem, was die Schweissdrüsen um dieselbe Zeit zeigen und ich zweifle demzufolge bei der grossen anatomischen Uebereinstimmung der beiderlei Drüsen keinen Augenblick daran, dass die Ohrenschmalzdrüsen auch in ihrem ersten Werden und später wie die Schweissdrüsen sich verhalten.

Nach Allem, was ich von den Ohrenschmalzdrüsen gesehen habe, kann ich dieselben nur für eine Modification der Schweissdrüsen halten. Es ist schon bei diesen darauf aufmerksam gemacht worden, dass ihre Secrete gewiss nicht allerwärts gleich sind, hier mehr wässerig, dort mehr Fett- und Eiweisshaltig und mit eigenthümlich riechenden Substanzen versehen, und wir können daher, wenn auch das *Cerumen* zum Theil ganz eigenthümliche Substanzen, den gelben Bitterstoff z. B., führen sollte, doch in Berücksichtigung der sonstigen Uebereinstimmung (man denke auch an die fast constanten und oft recht häufigen gelben Körnchen in den Schweissdrüsenknäueln, die in Alkalien und Säuren sich auch nicht lösen) die Ohrenschmalzdrüsen an die Schweissdrüsen, namentlich an die grösseren unter den letzteren, die ihnen anatomisch und physiologisch am meisten verwandt sind, anreihen; ja ich möchte selbst annehmen, dass die kleinsten blassen Ohrenschmalzdrüsen am Anfange des *Meatus* von gewöhnlichen Schweissdrüsen kaum verschieden sind. — Ueber die pathologischen Zustände der Ohrenschmalzdrüsen ist nichts bekannt. Von dem Ohrenschmalze wissen wir, dass es manchmal ganz fest ist, andere Male flüssig, eiterähnlich und blass. In dem letztern Falle der bei Congestivzuständen des äussern Gehörganges eintritt, enthält dasselbe viel mehr *Fluidum* und freies Fett als sonst und sehr schöne fetthaltige Zellen. — Die Untersuchung der Ohrenschmalzdrüsen anbelangend, verweise ich auf die Schweissdrüsen, mit denen sie in Lage, chemischem Verhalten gegen Säuren, Alkalien u. s. w. ganz übereinstimmen.

Literatur.

R. Wagner, *Icones physiologicae. Tab. XVI. fig.* 11. *A. B.*

Krause und *Kohlrausch* in Müllers Archiv 1839. pg. CXVI.

Pappenheim, Beiträge zur Kenntniss der Structur des gesunden Ohres in Fror. N. Not. 1838. No. 141. pg. 131. und Specielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840.

Arnold, *Icones organ. sensuum. Tab. V. fig.* 17. (ungenau.)

Kölliker, Ueber den Bau und die Verbreitung der glatten Muskeln in: Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 1848. pg. 59. (Muskeln der Drüsenschläuche.)

Ausserdem sind zu vergleichen *Henle* Allg. Anat. pg. 915, 916, 934, 941, *Huschke* Eingeweidelehre pg. 819, *Arnold* Anatomie I. pg. 185, *Hassall* Microsc. Anat. pg. 427. Pl. LVII., *Valentin* Artik. Gewebe im Handb. der Phys. I. pg. 755.

C. Von den Talgdrüsen.

§. 59.

Die Talgdrüsen, *Glandulae sebaceae*, sind kleine weissliche Drüsen, welche fast überall in der Haut sich finden und den Hauttalg oder die Hautschmiere, *Sebum cutaneum*, secerniren.

§. 60.

Die Gestalt der Talgdrüsen ist eine sehr verschiedenartige. Die einfachsten (Fig. 48 *A*) bestehen aus einem einzigen, rundlichen oder länglichen Schlauche, der durch einen kurzen weiten Gang ausmündet, u. entsprechen einem einzigen Endbläschen einer aggregirten Drüse, ich nenne sie schlauchförmige Talgdrüsen. Bei andern, (Fig. 49 *B*) den einfach traubenförmigen, sind zwei, drei oder noch mehr Schläuche oder Bläschen wie vorhin mit einem kürzern oder längern Stiele vereint, bei noch andern endlich (Fig. 48 *B*. *C*, 49 *A*) kom-

Fig. 48.

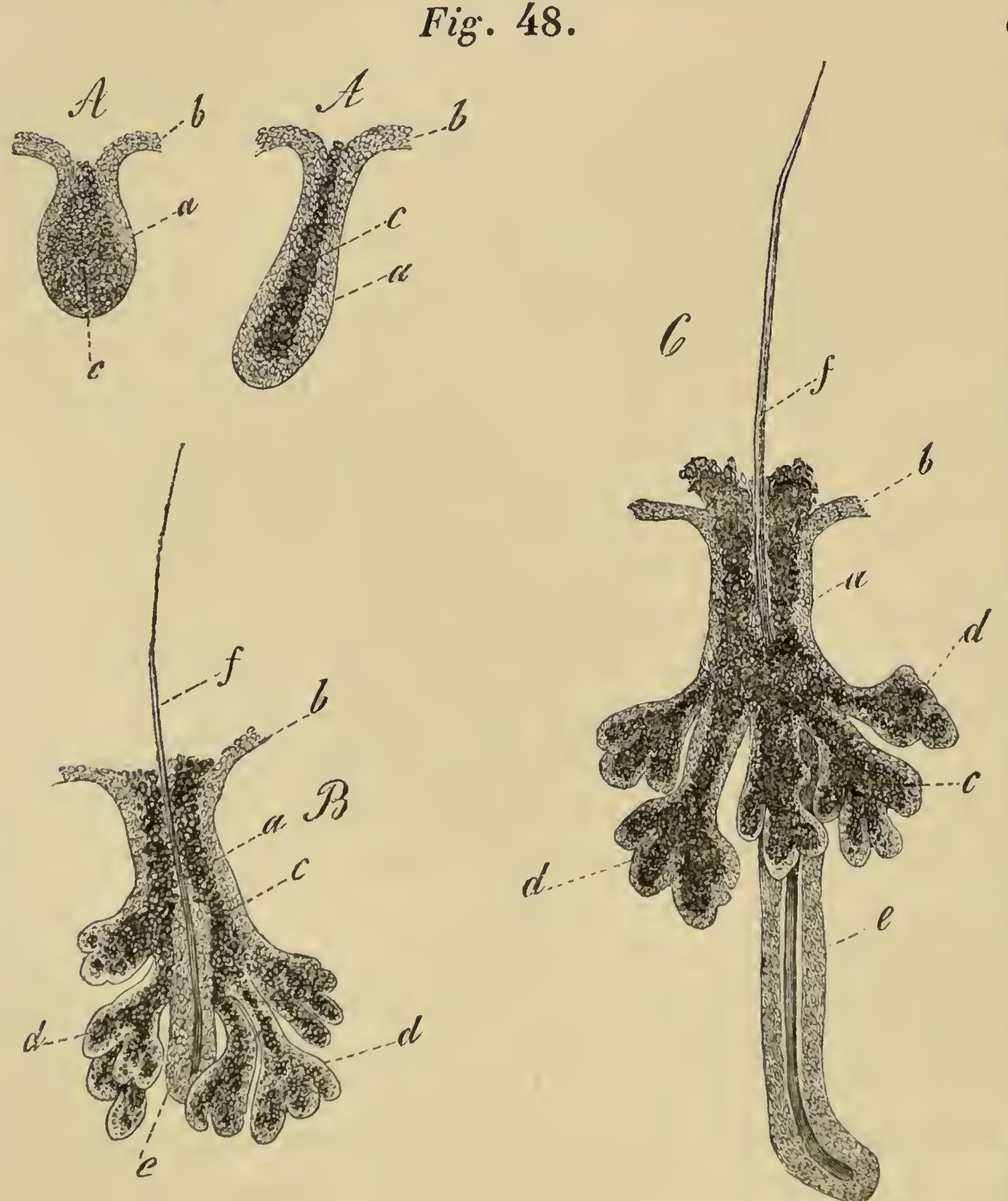


Fig. 48. Talgdrüsen von der Nase etwa 50 mal vergr. *A*. Einfache schlauchförmige Drüsen ohne Haar. *B*. Zusammengesetzte Drüse mit weitem Gang, in den ein kleiner Haarbalg einmündet. *C*. Eine ähnliche Drüse, die mit einem Haarbalg zusammenmündet. *a*. Drüsenepitel, zusammenhängend mit *b*. dem *Stratum Malpighi* der Oberhaut; *c*. Inhalt der Drüsen, Talgzellen und freies Fett; *d*. die einzelnen Träubchen der zusammengesetzten Drüsen; *e*. Haarbälge (Wurzelscheide) mit den Haaren *f*.

men zwei, drei und noch mehr einfache Träubchen in einem gemeinsamen Gange zusammen und bilden ein zierliches zusammengesetzt traubiges Drüschen. Ausser diesen drei Formen, welche nur die Hauptvarietäten darstellen, existiren nun aber noch eine ziemliche Zahl anderer, die namentlich als Mittelglieder und Combinationen der genannten auftreten und keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Die Talgdrüsen kommen vorzüglich an behaarten Stellen vor und münden zugleich mit den Haarbälgen an der Oberfläche aus. Diese Vereinigung beider Gebilde ist so constant, dass unter normalen Verhältnissen wohl nie Haare ohne Talgdrüsen und nur selten freie Drüsen zwischen den Haaren gefunden werden, weshalb man die ersteren auch mit dem Namen Haarbalgdrüsen belegt hat; jedoch zeigt sich dieselbe nicht überall in gleicher Weise. Einmal nämlich erscheinen die Drüsen als seitliche Anhänge der Haarbälge und öffnen sich mit engeren Ausführungsgängen in dieselben (Figg. 37, 38, 39, 47), oder zweitens Drüsengänge und Haarbälge sind ungefähr gleich stark (Fig. 48 *c*) und münden in einen gemeinsamen Kanal, den man ebenso gut als Fortsetzung des einen als des andern Gebildes betrachten kann, oder endlich es überwiegen die Drüsengänge (Fig. 48 *B*, 49 *A*) und die Haare treten in das untergeordnete Verhältniss, so dass sie mit ihren Bälgen in die Drüsen ausgehen und selbst zur Drüsenöffnung herauskommen. Ersteres ist bei weitem das häufigere Verhalten und bei stärkeren Haaren sogar das einzig existirende, die beiden anderen Fälle kommen bei Wollhaaren vor, jedoch lange nicht bei allen, sondern nur an gewissen Stellen, vorzüglich an der Nase, dem Ohr, den *Labia majora* (innere Seite), der *Caruncula lacrymalis*, dem *Penis* (vordere Hälfte). — An unbehaarten Stellen fehlen die Talgdrüsen meist ganz, so an der Handfläche, Fusssohle, dem Rücken der 3ten und oft auch der 2. Phalanx von Finger und Zehen; doch kommen dieselben im Bereich der Genitalien an einigen solchen Stellen vor, wie an den *Labia minora* und der *Glans* und dem *Praeputium penis*, fehlen dagegen an der *Glans* und dem *Praeputium clitoridis*. Grösse und Lage der Talgdrüsen sind nicht überall dieselben. Im Allgemeinen sitzen die Drüsen dicht an den Haarbälgen in den oberen Theilen der *Cutis* und sind bei kleineren Haaren stärker als bei grösseren; doch zeigen sich im Einzelnen manche Verschiedenheiten. Was die Drüsen der stärkeren Haarbälge anbelangt, so sind dieselben meist einfach traubenförmig von $1/10$ — $3/10'''$ mittlerer Grösse und zu 2—5 um die Bälge herumgestellt. Die kleinsten von 0,1—0,16''' finden sich je zu zweien an den Kopfhaaren, schon stärkere von 0,16—0,24''' an den Barthaaren und den längeren Haaren der Brust und Achselgrube, an denen sie meist zu

Fig. 49.

mehreren um die Bälge herumliegen, die allergrössten am *Mons veneris*, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, allwo sie, wenigstens am letzten Orte, an der untern Grenze der dünnen *Cutis* sich befinden und je die 4—8 zusammengehörenden Drüsen die Gestalt von schönen, $1/4$, $1/2$ — 1''' breiten Rosetten haben. An den Bälgen kleiner starker Haare finde ich kleinere Talgdrüsen meist zu zweien von 0,06 — 0,24''', so an den Augenbrauen, den Augenwimpern und den Haaren des Naseneinganges. An Wollhaaren zeigen sich meist grössere Drüsen oder Drüsenhäufchen von $1/4$ — 1''' am allerschönsten an der Nase, dem Ohr (*Concha*, *Fossa scaphoidea* etc.), dem *Penis* (vordere Hälfte), dem Warzenhofe, namentlich an ersterer, deren Drüsen oft eine colossale Grösse und ganz absonderliche Formen annehmen (Fig. 48, 49 *A*); von $1/5$ — $1/3$''' Grösse sind die Drüsen meist auch an der *Caruncula lacrymalis*, an Lippen, Stirn, Brust und Bauch, etwas kleiner von $1/5$ — $1/6$''', doch immerhin

Fig. 49. *A*. Zwei ganz grosse Drüsen von der Nase mit kleinen einmündenden Haarbälgen 50 mal vergr. *B*. Zwei Talgdrüsen, die grössere 1 von der innern Lamelle der Vorhaut, die kleinere 2 von der *Glans penis;* Vergrösserung 50. Die Buchstaben *a—f*. wie in Fig. 44, *g*. Hornschicht der Epidermis, die sich in den Gang der Praeputialdrüse etwas hineinzieht.

meist grösser als an den Kopfhaaren, an den Augenlidern, den Wangen, dem Halse, dem Rücken und den Extremitäten. Von den Drüsen, die nicht mit Haarbälgen zusammenhängen, sind nur die der *Labia minora* zum Theil von ansehnlicher Grösse (0,14 — 0,5''') und zierlich rosettenförmig von Gestalt, mit Oeffnungen von 0,033''', die anderen sind meist einfach schlauchförmig und höchstens 0,12 — 0,16''' lang, 0,04 — 0,06''' breit.— Die Drüsenbläschen der Talgdrüsen sind entweder rund oder birn- und flaschenförmig, ja selbst lang gestreckt wie Schläuche. Ihre Grösse varirt ungemein von 0,06 — 0,16''' Länge, 0,02 — 0,1''' Breite und beträgt im Mittel 0,04''' bei den runden, 0,08''' Länge, 0,03''' Breite bei den anderen. Die Ausführungsgänge derselben sind ebenfalls von sehr verschiedenen Dimensionen, bald lang, bald kurz, weit oder eng; die Hauptausführungsgänge messen an Nase und *Labia minora* bis $\frac{1}{3}'''$ Länge, $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{6}'''$ Breite und haben ein 0,015 — 0,03''' dickes Epitel.

Wenn es auch Regel ist, dass die Haarbälge mit Talgdrüsen versehen sind, so kommen doch nicht gerade selten da und dort einzelne Haare vor, die keine Talgdrüsen besitzen, namentlich Wollhaare. Die Verbindung der Drüsen mit den Bälgen ist in den meisten Fällen so, dass die Ausführungsgänge in den obern Drittheil der letzteren über dem obern Ende der innern Wurzelscheide einmünden, selten tiefer; nur ganz ausnahmsweise öffnen sich dieselben in den Grund des Balges neben der Haarzwiebel und dann liegen auch die Drüsen tiefer als das Ende des Haarbalges. Ueber die Verhältnisse der kleinen Haare zu den grossen Drüsen geben die Figg. 48. 49. hinreichenden Aufschluss, doch stellen dieselben lange nicht alle vorkommende Formen dar.— Freie Talgdrüsen an behaarten Stellen habe ich bis jetzt nur gefunden am Rücken, an der Nase und im Warzenhofe des Mannes und zwar in Gestalt einfacher flaschenförmiger Säckchen, neben denen ich wie auch *Krause*, der sie ebenfalls erwähnt, keine Spur eines Haarbalges wahrnehmen konnte. Im Warzenhofe des Weibes stehen die etwelchen grösseren Talgdrüsen, die zur Zeit der Schwangerschaft und Lactation an Grösse zunehmen und deutliche, äusserlich sichtbare Höckerchen an der Haut bewirken, meist mit feinen Härchen in Verbindung. In manchen Beziehungen zweifelhaft sind die Talgdrüsen der Genitalien. Beim Manne finde ich an der vordern Hälfte des *Penis* Talgdrüsen, die zwar ziemlich zerstreut stehen, allein oft von bedeutender Grösse ($\frac{1}{2}$ — 1''' breit, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}'''$ lang) und zierlich rosettenförmiger Gestalt sind. Dieselben stehen alle mit ganz feinen Haaren in Verbindung, liegen dicht unter der hier ganz dünnen *Cutis* und werden nach dem Rande der Vorhaut zu immer spärlicher und kleiner, bis sie endlich ganz aufhören. Was die von *Tyson* (*Cowper myotom.* 1694. *pg.* 288) und *Littre* (*Mem. de l'Acad. de Paris* 1701) zuerst beschriebenen Drüsen der innern Lamelle des *Praeputium* und der *Glans penis* betrifft, so sind die Autoren sehr abweichender Ansicht. *Gurlt* (l. c. pg. 411) nennt diese sogenannten *Tyson'schen* Drüsen einfach Talgdrüsen, ebenso *Burckhardt* (*Bericht über die Verhandlungen der naturforsch. Gesellsch. in Basel* 1836 und *Fror. N. Notiz.* 1838

No. 118), nach welchem sie am Halse der Eichel sitzen und in 3 — 4 Lacinien getheilt sind, und neulich auch *Huschke* (*Eingeweidelehre*, pg. 420), wogegen *Valentin* (l. c. pg. 789), wie schon früher *Morgagni* (*Adversaria anatom. I. pg.* 8) dieselben nicht finden konnte, und auf eigenthümliche warzenförmige Körper am Halse der Eichel aufmerksam macht, von denen er glaubt, dass sie mit Drüsen verwechselt worden seien. *G. Simon* beschrieb dann diese Körper näher und erklärte sie für mit Papillen besetzte Erhebungen der *Cutis*, schilderte aber zudem auch kleine einfach schlauchförmige Drüschen, von denen er glaubt, dass sie das *Smegma praeputii* secerniren. Dieselben zeigten sich im Ganzen bei 10 Individuen, konnten aber bei einer bei weitem grösseren Anzahl durchaus nicht entdeckt werden; sie sassen am häufigsten an oder hinter der *Corona glandis*, auch wohl auf der vordern Fläche der Eichel, kamen jedoch nur zu 2 — 3, höchstens zu 6 bei einem Individuum vor. Wie *Simon*, wollen nun auch *Krause* (l. c. pg. 127), und *Fr. Arnold* (*Anatom. II.* pg. 247) Drüsen, die die Vorhautschmiere bilden, gesehen haben. *Krause* nennt sie maulbeerförmig, die grösseren der Form nach den kleineren Schleimdrüsen ganz ähnlich, und verschieden von den Talgdrüsen; sie kommen namentlich an Eichelkrone und -Hals, so wie zum Theil an der innern Platte der Vorhaut vor, sind $1/8$ — $1/3'''$ gross und bestehen aus rundlichen *Acinis* von $1/65$ — $1/45'''$, die inwendig mit $1/108'''$ grossen Zellen belegt sind und manchmal einen Hohlraum von $1/8'''$ enthalten. *Arnold*, der seinem Vorgänger Simon (*Krause* wird gar nicht citirt) mit Unrecht vorwirft, dass er die Vorhautdrüsen übersehen habe, stimmt hiemit so ziemlich überein, nur findet er auch einfache schlauchförmige Drüsen wie *Simon*, welche am deutlichsten hinter der Eichelkrone sein sollen, im Allgemeinen sparsam vorkommen, und manchmal selbst ganz vermisst werden. Von den zusammengesetzteren Drüsen und den gefächerten, wie er sie nennt, gibt er an, dass sie an der innern Lamelle des Präputium sich finden, und gelbliche oder bräunliche Flecken von $1/4$ — $1/8'''$ darstellen, aus denen sich eine ähnliche gefärbte ölige Flüssigkeit auspressen lasse.

So viel über die bisherigen Angaben, die nach dem, was ich gesehen habe, sich nicht unschwer mit einander vereinen lassen. Es ist sicher, dass an der *Glans penis* und der innern Lamelle des *Praeputium* Drüsen vorkommen, allein diese Drüsen sind sehr inconstant und finden sich nach meinen Beobachtungen bald nur in höchst geringer Anzahl (2 — 10), bald in grosser Menge selbst zu Hunderten. Dieselben (Fig. 49 *B.*) sind, und dies ist über allen Zweifel erhaben, gewöhnliche Talgdrüsen, die von denen anderer Gegenden nur dadurch sich unterscheiden, dass sie nicht mit Haarbälgen in Verbindung stehen, sondern frei in der Haut sich öffnen. Man unterscheidet sie meist schon von freiem Auge als kleine weissliche, nicht über die Haut hervorragende Puncte, und an mit Natron oder Essigsäure behandelten Hautlamellen lassen sich auch mikroskopisch ihre Eigenthümlichkeiten sehr leicht studiren. Es ergibt sich, dass dieselben theils einfach schlauchförmig, theils einfach traubenförmig sind. Die ersteren besitzen einen rundlichen oder birnförmigen Schlauch von 0,048 — 0,12''' Durchmesser und einen geraden Ausführungsgang von $1/10'''$ Länge und 0,024 — 0,035''' Breite, die letzteren haben 2, 3, höchstens 5 Endbläschen und

messen 0,08 — 0,18‴ im Ganzen; die Oeffnungen der beiderlei Drüsen von 0,02 — 0,06‴ sind nicht schwer zu sehen. Bezüglich auf den Sitz dieser Drüschen bemerke ich, dass ich dieselben, 10 — 50 und darüber an Zahl, an der Vorhaut (innere Lamelle), besonders in der Gegend des *Frenulum* und ihres vordern Theiles nie vermisse, während sie an der *Glans* selbst und ihrem Halse bald vollkommen mangeln, bald und dann meist in grösserer Zahl bis auf 100 besonders an ihrer vordern Fläche vorkommen. An der Vorhaut sind die Drüsen vorzüglich traubige, hier mehr einfache. Der Inhalt derselben ist vollkommen wie bei andern Talgdrüsen, nämlich fetthaltige Zellen, worüber unten mehr.

Ueber die Talgdrüsen der weiblichen äusseren Genitalien herrschen weniger Controversen. Die meisten nehmen an, dass die an den *Labia minora* vorkommenden frei ausmünden, wie die an der *Glans penis*; nur *Henle* (*Jahresb. von Canstatt* 1844. pg. 34.) wendet hiegegen ein, dass an den Nymphen aussen und innen bis zum Hymen sehr feine, kurze, regelmässig gestellte Härchen vorkommen. Diese Härchen, deren Existenz nicht bezweifelt werden soll, sind jedoch auf keinen Fall constant, wenigstens habe ich sie noch nicht gesehen, und es gilt mir als Regel, dass die Drüsen der kleinen Schamlippen für sich ausgehen. Diese Drüsen finden sich an der innern und äussern Seite der *Labia minora* meist in grosser Menge und sind zum Theil eben so gross wie die an den kleinen Härchen der Innenfläche der *Labia majora*, zum Theil kleiner. *Glans* und innere Lamelle des *Praeputium clitoridis* haben mir nie Talgdrüsen dargeboten, obschon *Burckhardt* von solchen an der *Corona clitoridis* spricht, wohl aber in einzelnen Fällen die Umgegend der Harnröhrenmündung und der Scheideneingang selbst.

Den Talgdrüsen in allem Wesentlichen ganz gleich, nur grösser, sind die Meibomschen Drüsen der Augenlider, von denen eine genauere Beschreibung beim Auge gegeben werden soll.

Nach *E. H. Weber* (*Fror. Notiz.* März 1849) rührt das *Smegma praeputii* des Bibers, das *Castoreum* oder Bibergeil, nicht hauptsächlich von Drüsen her, indem nur an einem kleinen Theile der dasselbe secernirenden Beutel sehr einfache runde, linsenförmige Drüschen von $1/_{33}$‴ die grössten sich finden. Das Secret ist vielmehr bei Individuen beiden Geschlechtes eine, die Castorbeutel ganz auskleidende geschichtete Masse, die nur aus Oberhautzellen und kleinen fettartigen Kügelchen besteht. *Leydig* (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, Bd. II. pg. 22, 31 u. flg.) findet in den Bibergeilsäcken gar keine Drüsen und ebenso verhalten sich auch nach ihm die Vorhautsäcke des Wiesels; dagegen besitzen die Ratten und Mäuse an der Vorhaut wirkliche Talgdrüsen, jedoch von complicirtem Bau.

§. 61.

Der feinere Bau der Talgdrüsen ist folgender: Jede Drüse besitzt eine äussere Hülle von Bindegewebe in Gestalt einer je nach der Grösse der Drüse stärkeren oder schwächeren Membran, die von dem Haarbalge oder bei freien Drüsen von der Lederhaut ausgeht, die Drüse genau bekleidet und dieselbe Structur besitzt, wie die Bindegewebshülle

des Haarbalges selbst. Nach innen von dieser Faserhaut ist keine weitere Hülle mehr da, und namentlich eine structurlose *Membrana propria*, zu deren Annahme man der Analogie nach geneigt sein könnte, durchaus nicht nachzuweisen, vielmehr folgen nun ganz einfach Zellenmassen, die je nach den verschiedenen Gegenden der Drüsen verschieden sich verhalten. Geht man von dem Ausführungsgange einer derselben aus (siehe Fig. 51 *C*), so sieht man, dass gerade wie die Bindegewebshülle des anstossenden Haarbalges, so auch ein Theil seines Zellenüberzuges in den Gang der Drüse sich fortsetzen. Die äussere Wurzelscheide oder das *Stratum Malpighi* des Haarbalges nämlich ist es, welche nicht blos da, wo der Drüsenkanal ansitzt, von einem meist schiefen Kanale durchbohrt ist, sondern auch in den Gang selbst eingeht, und denselben mit einer mehr- (2 — 6) fachen Schicht von kernhaltigen, rundlichen oder polygonalen Zellen auskleidet. Diese Zellenschicht nun setzt sich, nach und nach zarter werdend, in die entfernteren Drüsentheile fort und dringt endlich auch in die eigentlichen Drüsenbläschen ein (Fig. 50 *A*), woselbst sie jedoch ihre Verhältnisse in manchen Beziehungen ändert und namentlich ihre bisherige Bedeutung eines Epitels oft verliert. Untersucht man ein solches Drüsenbläschen, so findet man dasselbe durch und durch von Zellen erfüllt. Die äussersten, an die Bindehülle stossenden (Fig. 50 *B a*) liegen in einfacher, selten doppelter Lage beisammen und bilden eine zusammenhängende Membran, die sich unmittelbar in das Epitel des Ausführungsganges fortsetzt und auch in Bezug auf den Bau mit demselben übereinstimmt, mit der Ausnahme jedoch, dass ihre Zellen fast immer dunkle Fettkörnchen in grösserer oder geringerer Zahl enthalten, welche jenen ersteren gänzlich abgehen. Nach innen von diesen Zellen, die denn doch meist nur wenige Körnchen führen, folgen unmittelbar andere (Fig. 50 *B b*), welche mit solchen dicht erfüllt sind und

Fig. 50.

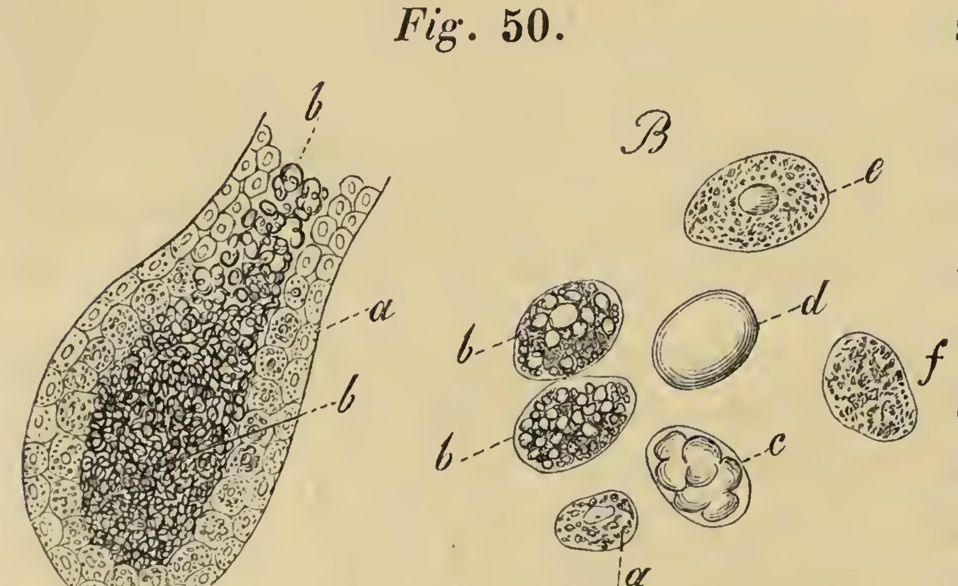


Fig. 50. *A*. Ein Drüsenbläschen einer gewöhnlichen Talgdrüse 250 mal vergr. *a*. Epitel scharf begrenzt, aber ohne Bekleidung von einer *Membrana propria* und continuirlich übergehend in die fetthaltigen Zellen *b* (die Contouren derselben sind zu undeutlich angegeben) im Innern des Drüsenschlauches. *B*. Talgzellen aus den Drüsenschläuchen und dem Hauttalge 350 mal vergr. *a*. kleinere, fettarme, noch mehr epitelartige kernhaltige Zelle; *b*. fettreiche Zellen, ohne sichtbaren Kern; *c*. Zelle, in der das Fett zusammenzufliessen beginnt; *d*. Zelle mit Einem Fetttropfen; *e. f*. Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

diese gehen endlich in die innersten Zellen des Drüsenbläschens über, die ihres eigenthümlichen Verhaltens wegen eine besondere Erwähnung verdienen. Es sind dieselben ohne Ausnahme grösser (von 0,016—0,028‴) als die mittleren und äussersten Zellen, welche letztere überhaupt von allen die kleinsten sind, rundlich oder länglich rund von Gestalt und mit farblosem Fette so erfüllt, dass man sie nicht unpassend Talgzellen nennen könnte (Fig. 50 *B*). Ihr Fett erscheint entweder noch in Gestalt von discreten kleineren Körnern oder besser Tröpfchen *(bb)*, wie in den äusseren Zellen nur in noch grösserer Zahl oder, und zwar noch häufiger, unter der Form grösserer Tropfen *(c)*, ja in manchen Zellen sind nur einige wenige derselben oder selbst nur ein einziger, die Zelle ganz erfüllender Tropfen vorhanden *(d)*, so dass dann eine grosse Aehnlichkeit mit einer Fettzelle des *Panniculus adiposus* sich herausstellt.

Von diesen letztgenannten Zellen aus kommen wir nun ungezwungen auf das Secret der Talgdrüsen oder auf den H a u t t a l g. Verfolgt man nämlich dieselben vom Innern der Drüsenbläschen nach den Ausführungsgängen zu, so ist nichts leichter als die Wahrnehmung, dass ähnliche Zellen ohne Unterbrechung eine an die andere gereiht, auch in diese, d. h. in den von ihrem Epitel umschlossenen Kanal sich fortsetzen und endlich, in den Haarbalg eingetreten, den Raum zwischen dem Haare und der Oberhaut des Haarbalges einnehmen (Fig. 51 *c*. vom Fötus). So gelangt man zur Erkenntniss, dass diese Zellen zum Secrete der Talgdrüsen gehören, in welcher man nur bestärkt wird, wenn man auch noch den ausgeschiedenen Hauttalg an der Mündung der grösseren Drüsen der Nase, des Ohres z. B. untersucht. Derselbe ist frisch und bei der Körpertemperatur eine halbflüssige, halbdurchscheinende Masse; in Leichen findet man ihn consistenter, wie Butter oder weichen Käse, weisslich oder weissgelblich von Farbe, bald zäher, bald leichter zerreiblich. Mikroskopisch untersucht ergibt sich der Hauttalg, vorzüglich leicht nach Zusatz von Natron und Kali, als hauptsächlich aus fetthaltigen Zellen zusammengesetzt. Diese Zellen kleben im frischen Secrete mehr weniger fest zusammen und sind daher meist abgeplattet und unregelmässig von Gestalt, ihre Membran ist nicht zu erkennen und der Inhalt ganz homogen, durchscheinend mit einem gelblichen Schimmer. Setzt man aber verdünnte Alkalien zu, so quellen dieselben nach einiger Zeit zu schönen rundlichen oder länglichrunden Bläschen auf, in denen durch das eingedrungene Reagens das Fett in einzelne Tröpfchen von verschiedener Grösse und unregelmässige Häufchen sich sondert; zugleich wird der Hauttalg weiss wegen der entstehenden vielen kleinen Fetttheilchen und bilden sich grössere Fetttropfen wahrscheinlich in Folge der Auflösung

mancher Zellen. Auch Wasser und Essigsäure scheiden das Fett des Hauttalges in einzelne Theilchen und machen aus diesem Grunde denselben weiss, sind jedoch für die Untersuchung der Zellen weniger geeignet. — Ausser diesen fetthaltigen Zellen führt der Hauttalg auch noch freies Fett in grösserer oder geringerer Menge und vielleicht auch in einigen Fällen eine äusserst geringe Menge einer hellen Flüssigkeit. Im frischen Secrete, in dem alle Theile verklebt sind, ist ersteres in Form blasser Tröpfchen von sehr verschiedener, oft sehr geringer Grösse zwischen den beschriebenen Zellen und den fast immer beigemengten Oberhautplättchen wahrzunehmen, während seine einzelnen Theilchen nach Zusatz von Wasser, Alkalien u. s. w. zum Theil sich isoliren, eine runde Gestalt und dunkle Contouren annehmen.

Das Bemerkte gilt von der gewöhnlichen Hautschmiere, noch muss aber einiger Secrete Erwähnung geschehen, bei denen der Hauttalg mehr oder weniger sich betheiligt. Diese sind das *Smegma praeputii penis et clitoridis* und das Ohrenschmalz. Ersteres anlangend, so ist die Meinung allverbreitet, dass dasselbe von Talgdrüsen abgesondert werde. Dies ist jedoch nur theilweise richtig; denn einmal finden sich beim Weibe, wo doch dieses Secret auch da ist, gar keine Drüsen an der fraglichen Stelle und sind dieselben auch beim Manne sehr oft ungemein spärlich, während das *Smegma* immer in Menge da ist; und zweitens ergibt die mikroskopische Untersuchung des *Smegma*, mögen nun viel oder wenig Tyson'sche Drüsen da sein, immer als unendlich vorwiegende Bestandtheile Zellen, wie sie in der Epidermis von *Glans* und *Praeputium* (innere Lamelle) vorkommen (siehe oben bei der Epidermis), während talghaltige Zellen meist nur in geringer Zahl sich finden. Es ist daher der Antheil der Tyson'schen Drüsen an der Bildung des *Smegma* selbst beim Manne auf jeden Fall nur ein beschränkter. Dagegen enthält das Ohrenschmalz ohne Ausnahme eine grosse Anzahl aus den Talgdrüsen des Gehörganges stammender Elemente, wovon oben bei den Ohrenschmalzdrüsen schon gehandelt wurde, und ist als ein Gemeng zweier Secrete zu betrachten.

Nach den angeführten Thatsachen möchte es nun wohl nicht schwer sein, über den Ursprung und die Bedeutung des Hauttalges Rechenschaft zu geben. Derselbe ist ein Secret, das nicht wie manche andere aus wässeriger Flüssigkeit und geformten Theilen, sondern so zu sagen nur aus letzteren besteht, die entweder in Gestalt von fetthaltigen Zellen für sich allein oder solchen mit Fetttropfen gemengt auftreten. Diese Bestandtheile entstehen in den bläschenförmigen Enden der Drüsen in Folge einer Zellenproduction und Zellenmetamorphose, die man sich wohl in folgen-

der Weise zu denken hat. Im Grunde der Drüsenbläschen bilden sich beständig Zellen auf eine noch nicht genau bestimmte Weise, jedoch kaum durch Zellenbildung um freie Kerne, da von solchen keine Spur zu sehen ist, sondern eher von den schon vorhandenen Zellen aus durch endogene Zellenbildung um Inhaltsportionen. Diese Zellen sind anfangs blass und arm an Körnern, gleich den äussersten Zellen der Drüsenbläschen, werden aber, indem sie durch fortwährend nach ihnen entstehende andere Zellen nach dem Innern derselben rücken, sehr bald reicher an solchen und füllen sich endlich ganz mit mässig grossen, runden, dunklen Fettkörnchen. So rücken sie nach den Ausführungsgängen zu, erleiden aber in der Regel noch einige Veränderungen, bevor sie zu wirklichem Hauttalge sich gestalten. Einmal nämlich fliessen die vielen zerstreuten Fetttröpfchen des Zelleninhaltes, je höher die Zellen hinaufrücken, um so mehr in einige wenige oder selbst in einen einzigen Tropfen zusammen und zweitens ändert sich auch die chemische Natur der Zellenmembranen selbst, so dass dieselben, die anfänglich gleich denen des Epitels der Drüsengänge in Alkalien leicht löslich sind, später immer resistenter werden und endlich chemisch an die Membranen der Hornschichtplättchen der Epidermis erinnern, womit jedoch durchaus nicht gesagt sein soll, dass dieselben nicht eine gewisse Weichheit behalten. Das freie Fett, das oft im Hauttalg zu finden ist, scheint sich dadurch zu bilden, dass in gewissen Fällen die noch zarteren Zellen im Innern der Drüsenbläschen in grösserer oder geringerer Menge sich auflösen und ihren Inhalt austreten lassen, denn man trifft in der That in manchen Drüsen schon in den Endbläschen freies Fett in kleineren oder grösseren, oft recht grossen Tropfen (Fig. 49 *B*); doch entsteht dasselbe vielleicht auch, wenigstens einem Theile nach, durch ein Aussickern aus geschlossenen Zellen, mit welcher Annahme der Umstand nicht übel stimmt, dass die fetthaltigen Zellen im ausgeschiedenen Hauttalg selten prall gefüllt, sondern meist verschiedentlich abgeplattet, auch wohl runzelig und mit nur noch wenigem Fett versehen erscheinen (Fig. 50 *B*, *e*, *f*).

Wenn diese Darlegung richtig ist, so erinnert die Bildung des Hauttalges in manchen Beziehungen an die der Oberhaut. Die jungen, leicht löslichen Zellen im Grunde der Drüsenbläschen können den Malpighischen Zellen der Epidermis und die weniger löslichen, mit Fett gefüllten des Secretes selbst den Hornplättchen verglichen werden, was um so passender erscheint, wenn man bedenkt, 1) dass die tiefe Schicht der Oberhaut des Haarbalges continuirlich in die Drüsengänge und die äussersten Zellen der Endbläschen selbst sich fortsetzt und 2) dass auch die Epidermis an einigen Stellen durch fortdauernde Ablösung Secrete, ich meine das

Smegma praeputii penis et clitoridis, und noch dazu allem Anscheine nach dem Hauttalge auch chemisch verwandte Substanzen bildet. Der letztere enthält nämlich zufolge einer mit dem Inhalte einer ausgedehnten Drüse angestellten Analyse von *Esenbeck* (*Gmelin's Handbuch der Chemie Bd. II.*) vorzüglich Talg 24,2, Eiweiss und Käsestoff 24,2, Extracte 24 und phosphorsauren Kalk 20, welche Substanzen zum Theil wenigstens auch in dem *Smegma* vorkommen (St. 65.). Diesen Thatsachen zufolge, die auch noch durch die Entwicklungsgeschichte sich unterstützen liessen, wird es nicht als ganz unbegründet erscheinen, wenn die Talgzellen mit den Hornschichtzellen der Epidermis verglichen und die Bildung des Hauttalges überhaupt derjenigen der Epidermis an die Seite gestellt wird.

Von Nerven an den Talgdrüsen habe ich nichts bemerkt, ebenso wenig von Gefässen, die auf und zwischen ihren Läppchen selbst sich ausbreiten, dagegen finden sich allerdings um grössere Drüsen herum, am deutlichsten am *Penis* und *Scrotum*, sowie am Ohr Gefässe feinerer Art und selbst Capillaren in Menge. Noch erinnere ich an die oben bei der Lederhaut beschriebenen glatten Muskeln in der Nähe der Talgdrüsen, deren Zusammenziehung für die Entleerung des Inhaltes derselben wohl kaum gleichgültig ist.

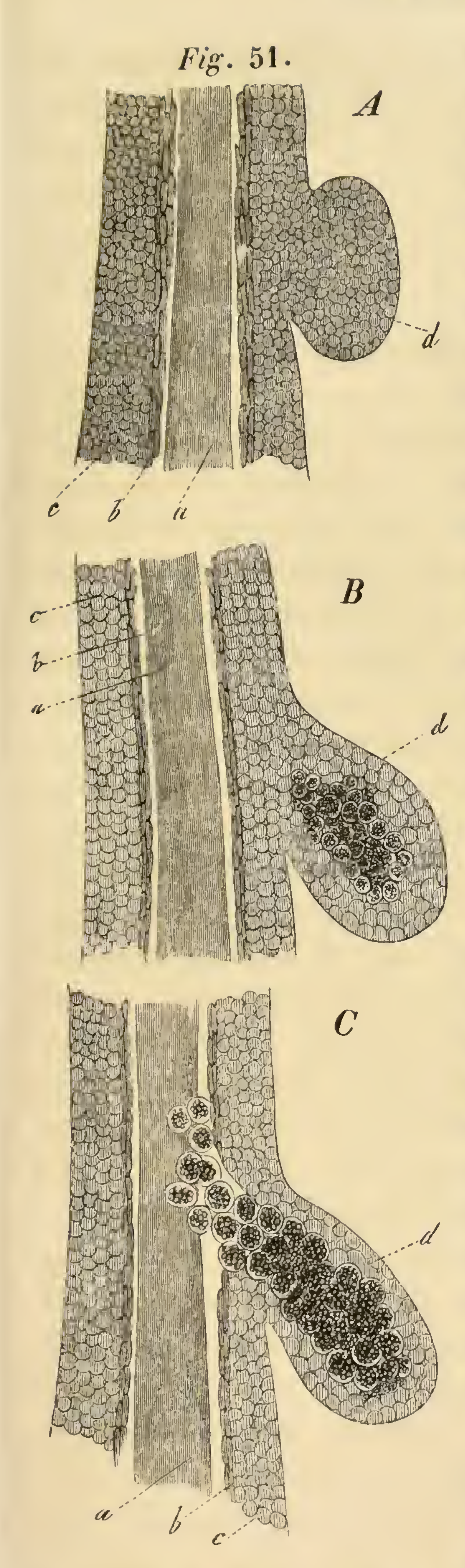
Der Bau der Talgdrüsen ist schon von *Bruns*, dann von *Krause* und *Todd-Bowman* im Wesentlichen dem gleich beschrieben worden, was ich hier mitgetheilt habe. *Henle* hat diese Drüsen mit Unrecht als anomal gebaut bezeichnet, denn wenn sie auch einer *Membrana propria* entbehren, so haben sie doch eine Faserhülle und ein deutliches Epitel in den Ausführungsgängen; was *Henle* und auch *Simon* als Ausführungsgang bezeichneten, ist nur das Secret in demselben, bestehend aus hintereinanderliegenden Talgzellen, auch wohl aus freiem Talg, und die queren Linien, die man hier oft wahrnimmt, sind die Grenzen der einzelnen Zellen oder Fettmassen. Eine *Membrana propria* habe ich nirgends gesehen und glaube auch nicht, dass die scharfe Begrenzung der von ihrer Faserhülle befreiten Drüsenbläschen als solche zu deuten ist; dieselbe rührt einfach von den hier dicht aneinanderliegenden Zellen her, gerade wie z. B. bei Epitelien. — Bei allen frei für sich ausgehenden Talgdrüsen zieht sich auch die Hornschicht der Oberhaut in den Ausführungsgang eine Strecke weit hinein, am deutlichsten an den Drüsen der Nymphen und des *Penis* (Fig. 49. *B*); dasselbe zeigen auch die grossen Drüsen, an der Nase z. B., an denen die Haarbälge nur als kleine Appendices erscheinen. — Der secernirte Hauttalg ist nicht weiss, wie der Inhalt der Drüsenbläschen selbst, sondern durchscheinend, denn er enthält nicht viele kleine Fetttröpfchen in seinen Zellen, wie diese, sondern nur meist einen Tropfen in je einer Zelle. Uebrigens varirt die Farbe der Drüsenbläschen ebenfalls je nach dem Fettgehalt ihrer Zellen. Es gibt auf der einen Seite intensiv weisse,

in denen Alle Zellen, auch die äussersten, mit Fett vollgepfropft sind (Fig. 49. *B* 1 das Bläschen links, Fig. 48. *A* der kleinere Schlauch), auf der andern Seite blassere, die ringsherum wie ein Epitel und die fetthaltigen Zellen nur im Innern besitzen (Fig. 48 *B C*, Fig. 39. *A*), ja selbst ausnahmsweise ganz blasse und durchscheinende, die keine Spur von Fett enthalten. Solche taube Drüsenbläschen, die durch und durch aus hellen Zellen bestehen und selbst in ihrem Gang keine Höhlung besitzen, habe ich hie und da, namentlich aber an einzelnen Drüsen der Nymphen gesehen, und werde über ihre Bedeutung bei der Entwicklung der Talgdrüsen noch Einiges bemerken. — *Bärensprung's* Ansicht (l. c. pg. 88), dass das normale Secret der Talgdrüsen, ausser einigen gefalteten und zerbrochenen Epidermiszellen, keine körperlichen Theile, sondern nur flüssiges Fett enthalte, das aber durch Wasser in kleinere und grössere Fettaugen sich trenne, ist nicht richtig, namentlich dann nicht, wenn daraus gefolgert werden soll, dass die fetthaltigen Zellen im Inhalte der Comedonen (vergrösserter Talgdrüsen) pathologisch seien. Der normale Hauttalg enthält, wie schon *Bruns* (l. c. pg. 352) angibt, als vorwiegenden Bestandtheil mit Fett erfüllte Zellen und ähnliche Zellen mit einem grossen oder vielen kleinen Fettropfen finden sich ganz ohne Ausnahme in den Drüsen selbst und ihren Gängen. Daher kann von einer Fettentartung der Zellen der Talgdrüsen als Ursache der Comedonenbildung auf keinen Fall im Sinne *v. Bärensprung's* die Rede sein, höchstens könnte man annehmen, dass in Comedonen auch die Zellen des Epitels der Drüsengänge und die äussersten Zellen der Drüsenbläschen selbst, die meist fettarm sind, fetthaltig werden. Auch in Bezug auf die fetthaltigen Zellen der Schmeerbälge wird man aus diesem Grund meiner Meinung nach in erster Linie daran zu denken haben, dass dieselben dem Hauttalge selbst angehören und erst in zweiter Linie an mit Fett infiltrirte Epidermiszellen. Uebrigens bin ich, wie aus dem Obigen zu ersehen ist, ebenfalls der Meinung, dass der Hauttalg freies Fett enthält, und glaube auch, dass dasselbe manchmal in grösseren Mengen da sein kann; allein dieses freie Fett ist ebenfalls in Zellen entstanden und in der Drüse in Zellen enthalten, und es müsste daher, wenn die Comedonen wirklich weniger freies Fett enthalten als normaler Hauttalg, was auch ich glauben möchte, angenommen werden, dass bei ihnen die in der Drüse entstandenen Talgzellen weniger leicht vergehen oder ihr Fett aussickern lassen, was auf einer grössern Consistenz des Fettes oder der Zellmembran beruhen könnte. — In den Zellen des fertigen Hauttalges findet *Bruns* constant einen Kern. Sicher ist, dass die fetthaltigen Zellen in den Drüsenbläschen Kerne enthalten, die aber oft so verdeckt sind, dass man ihrer kaum ansichtig wird, was dagegen die Zellen im ausgeschiedenen Secrete betrifft, so habe ich in ihnen nur selten Kerne gesehen, doch könnte es sich leicht mit ihnen ebenso verhalten, wie mit den gewöhnlichen Fettzellen, deren Kerne auch sehr schwer zu sehen sind.

§. 62.

Was bis jetzt über die erste Entwicklung der Talgdrüsen bekannt gemacht wurde, beschränkt sich auf die Erfahrungen von *Wendt* (l. c. pg. 290), *Valentin* (*Entwicklungsgeschichte* pg. 274 und *Allgem. Anatomie von Gerber* pg. LVI. Tab. VII. Fig. 239) und *Simon* (l. c. St. 374) und ist nicht gerade sehr geeignet, uns über dieselbe ein richtiges und vollständiges Bild zu geben. *Wendt*, der die Talgdrüsen im vierten Monate als einfache Vertiefungen der Hautdecken von allenthalben gleichem Durchmesser schildert, die dann im sechsten und siebenten Monate flaschenförmige Ampullen bilden, hat die Haarbälge mit den Talgdrüsen verwechselt, während *Valentin*, der sie schon in der Mitte oder gegen das Ende des vierten Monates und zwar an jeder Stelle des Körpers und häufiger als die Haarkeime gesehen haben will, die Anlagen der Schweissdrüsen für sie nimmt. Nur *Simon* hat einige Angaben, die die Talgdrüsen selbst betreffen. Nach ihm bilden sich die Drüsen der Schweineembryonen früher als die Haare, doch später als die Haarbälge und sind anfangs längliche, an den Haarbälgen liegende Schläuche, die durch Querlinien wie in Fächer eingetheilt sind, unter der Haarsackmündung mit einer feinen länglichen oder mehr kegelförmigen Spitze enden, und am untern Ende mit einem einfachen oder getheilten, aus runden Körperchen zusammengesetzten traubenähnlichen Anhang enden. Wie diese Körper entstehen und wie sie sich zu den spätern Talgdrüsen verhalten, darüber finden wir bei *Simon* nichts.

Meinen Beobachtungen zufolge lassen sich vielleicht keine Drüsen, selbst die Schweissdrüsen nicht ausgenommen, von ihrem ersten Auftreten an, bis zu ihrer endlichen Ausbildung besser verfolgen als die Talgdrüsen und es sind daher bei der immer noch herrschenden Controverse über die Genese der Drüsen, die folgenden Bemerkungen wohl nicht ganz ohne Interesse. Die erste Bildung der Talgdrüsen fällt in das Ende des vierten und den fünften Monat und steht mit der Entwicklung der Haarbälge im innigsten Zusammenhang, in der Weise, dass dieselben zugleich mit der Entstehung der Haare oder kurze Zeit nach derselben als Auswüchse der Haarbälge auftreten, wesshalb sie auch nicht alle auf einmal, sondern diejenigen der Augenbrauen, der Stirn etc. zuerst, zuletzt die der Extremitäten erscheinen. Die genaueren Verhältnisse sind folgende: Wenn die Haarbalganlagen sich schon bedeutend entwickelt haben und die erste Andeutung der Haare in ihnen sichtbar ist (Fig. 36. *A B*), sieht man an der äussern Fläche der Haarbälge kleine, nicht scharf begrenzte warzenförmige Auswüchse (*n n*) sich erheben, die aus einer durchaus



soliden, mit der äussern Wurzelscheide continuirlich zusammenhängenden Zellenmasse und einer zarten, mit der der Haarbälge sich fortsetzenden Hülle bestehen. Diese Auswüchse der äussern Wurzelscheide der Haarbälge (Fig. 51. *A*), wie man sie passend nennen kann, anfänglich von 0,02—0,03‴ Durchmesser und 0,01 bis 0,016‴ Dicke, nehmen nun entsprechend der Vergrösserung der Haarbälge ebenfalls zu, werden kugelförmig und endlich, indem sie sich noch mehr ausziehen und zugleich schief nach dem Grunde der Bälge zu neigen, birn- und flaschenförmig (Fig. 51. *B*). Zugleich treten in ihrem Innern wichtige Veränderungen ein. Ihre Zellen nämlich, die anfangs alle vollkommen denselben blassen Inhalt führen, wie die der äussern Wurzelscheide, scheiden sich dadurch, dass die einen Fetttröpfchen in sich bilden, die andern nicht, nach und nach in zwei Gruppen, innere und äussere. So entstehen Gebilde, wie sie die Fig. 51. *B* darstellt, die im Innern eine Ansammlung fetthaltiger Zellen, äusserlich blasse Zellen enthalten, jedoch in durchaus keiner Communication mit der Höhlung des Haarbalges stehen. Nun schreitet die Fettbildung, die im Grunde der birnförmigen Auswüchse begann, auch auf den Stiel derselben fort, geht in der Axe derselben bis zur äussern Wurzel-

Fig. 51. Zur Entwicklung der Talgdrüsen des Menschen. In allen drei Figuren sind die Theile der Haare und ihrer Wurzelscheiden, an denen die Talgdrüsen sich entwickeln, von einem 6monatlichen Fötus bei ungefähr 250malig. Vergrösserung dargestellt. *a*. Haar, *b*. innere Wurzelscheide, hier mehr der Hornschicht der Oberhaut gleich, *c*. äussere Wurzelscheide, *d*. Talgdrüsenanlagen. *A*. Drüsenanlage warzenförmig und ganz aus denselben Zellen gebildet, wie die äussere Wurzelscheide. *B*. Anlage flaschenförmig, mit Fettbildung in den centralen Zellen. *C*. Anlage noch grösser, Fettbildung auch in ihrem Hals und Ausstossung der fetthaltigen Zellen in den Haarbalg, hiermit Drüsenhöhle und Secretion gegeben.

scheide, ergreift auch diese an der Stelle, wo ihr Fortsatz ansitzt, bis am Ende die Fettzellen bis an den Kanal des Haarbalges reichen (Fig. 51. *C*). Jetzt ist die Drüse und ihr Inhalt da und es braucht nun nur noch eine Vermehrung der Zellen im Grunde der Drüse oder dem Drüsenbläschen zu beginnen, um die im Drüsengange befindlichen Talgzellen in den Haarbalg einzutreiben und die Secretion vollständig in Gang zu setzen.

Dies sind die Hauptpuncte, die ich in Betreff der ersten Bildung der Talgdrüsen mitzutheilen habe. Es geht daraus hervor, dass zwischen den Talgdrüsen und Schweissdrüsen in vielen Beziehungen eine grosse Analogie besteht. Beide bilden sich aus dem *Stratum Malpighi* der Oberhaut, diese direct, jene mehr indirect von dem der Haarbälge aus, wobei jedoch zu bemerken ist, dass höchst wahrscheinlich die freien Talgdrüsen der Nymphen etc., über deren Entwicklung ich nur so viel weiss, dass sie bei Neugebornen noch nicht vorhanden sind, gerade wie die Schweissdrüsen unmittelbar von der Oberhaut aus hervorsprossen. Beide bestehen anfänglich aus compacten Zellenmassen, ganz gleich denen der tiefen Lage der Epidermis, aus der sie zweifelsohne durch Wucherung ihrer Zellen sich hervorbilden. Hier wie dort entstehen erst nachträglich die Oeffnungen nach aussen und bei den Talgdrüsen sieht man noch überdem, dass das erste Secret nichts anderes ist, als die umgewandelten innern Zellen der Drüsenanlagen, und die Drüsenhöhlung der Raum, den diese Zellen einnehmen, der aber niemals frei wird, sondern beständig von nachrückenden nun nach innen (statt wie bei der ersten Anlage nach aussen) wuchernden Zellen erfüllt wird. Mit dieser, wie ich glaube, nun klar daliegenden Bildungsgeschichte der Talgdrüsen stimmt, wie das Spätere lehren wird, die vieler anderen Drüsen, namentlich auch der ebenfalls in der Haut sich entwickelnden Milchdrüsen überein.

Noch sind einige mehr untergeordnete Puncte zu berühren. Die bisher geschilderte Entwicklung der Talgdrüsen geht ziemlich rasch vor sich. Bei Embryonen von $4\frac{1}{2}$ Monaten sieht man die ersten Anlagen der Talgdrüsen an Stirn und Brauen, jedoch noch ohne Fettzellen. Im fünften Monate bilden sich die Drüsenanlagen auch am übrigen Körper und sind am Ende desselben fast überall vorhanden, doch sehr verschieden entwickelt, je nach dem Stande der Haare und Haarbälge selbst, wie dies schon *Eschricht* andeutet. Im Allgemeinen lässt sich angeben, dass, so lange die Haare nicht durchgebrochen, die Drüsenanlagen warzenförmig sind, kaum mehr als 0,03''' messen und meist noch ganz blasse Zellen enthalten. Sind die Haare heraus, so findet man grössere birnförmige Anlagen mit einem dickeren Ende von 0,024 — 0,05''', zum Theil noch

mit blassen, zum Theil mit fetthaltigen Zellen und nun brechen dieselben auch bald in den Haarbalg durch. Im fünften Monate hat demnach an vielen Orten die Secretion schon begonnen und im sechsten ist dieselbe überall im Gange. Zugleich ist aber zu bemerken, dass neben den anfänglichen Drüsen, die entweder zu einer oder zu zweien an einem Balge vorkommen, im sechsten Monate neue Anlagen hervorkommen, die meist tiefer sitzen und nach und nach in Verfolgung des oben angegebenen Ganges bald zu secernirenden Drüsen sich gestalten. Die fetthaltigen Zellen der eben erst entstandenen Drüsen enthalten ohne Ausnahme viele Fettkörner, nie einen einzigen grossen Tropfen; auch Kerne kommen in ihnen, wie in den blassen Zellen, die sie umschliessen, vor.

Ueber die spätere Entwicklung der Talgdrüsen kann ich Folgendes mittheilen. Die anfangs einfach schlauchförmigen Drüsen, die nur aus einem Ausführungsgange und einem Drüsenbläschen bestehen, wandeln sich, dadurch dass sie Sprossen treiben, die sich wieder zu Drüsenbläschen ausziehen, zuerst in einfache Träubchen um. Diese Sprossen gehen immer von den blassen, nicht fetthaltigen Zellen der ersten Drüsenbläschen aus, haben ebenfalls einen Ueberzug der Bindehülle der Drüse und machen, jede für sich, dieselben Metamorphosen durch, die bei den primitiven Drüsen so eben beschrieben wurden. Anfangs nämlich durch und durch aus ganz gleichmässigen blassen Zellen gebildet und warzenförmig, gehen sie bald ins Flaschenförmige über, füllen sich in ihren centralen Zellen mit Fett und setzen sich endlich, nachdem auch in ihrem Halse fetthaltige Zellen sich entwickelt haben, mit denen des Drüsenbläschens, an dem sie sitzen, in Verbindung, womit dann der Anfang zu einer traubigen Drüse gegeben ist. Durch wiederholte Sprossenbildung von den primitiven oder secundären Drüsenbläschen aus bilden sich dann grössere Träubchen und aus diesen endlich die zusammengesetztesten, die nur vorkommen. Die sogenannten Drüsenrosetten gehen sehr oft aus einer einzigen Drüsenanlage hervor, die mächtig wuchernd den Haarbalg von allen Seiten umfasst, andere Male aber auch aus zwei und noch mehr ursprünglichen Fortsätzen der äussern Wurzelscheide. Was die Zeit betrifft, in der diese letzten Veränderungen der Drüsen vor sich gehen, so finde ich, dass beim siebenmonatlichen Fötus noch die meisten Drüsen einfache gestielte Schläuche von 0,04 — 0,06‴ Länge und 0,02 — 0,03‴ Breite sind, die zu einem oder zweien an den Haarbälgen sitzen, so an der Brust, dem Vorderarme, Oberschenkel, Rücken, der Schläfe und dem Scheitel, nur am Ohr stehen vier bis fünf Drüsen der einfachsten Art um einen Balg herum, die Rosetten von nicht mehr als 0,06‴ Durchmesser bilden und an der Nase zeigen sich einfache Träubchen von höch-

stens 0,1‴. Beim Neugebornen finden sich an allen vorhin angegebenen Orten statt der einfachen Schläuche einfache Träubchen, je eines oder seltner zwei an einem Balg von 0,1—0,12‴ Länge und nur 0,04—0,06‴ Breite; nur an der Brust sind die Drüschen rosettenartig, ebenso an Ohr, Schläfe, Nase, Brustwarze, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, wo dieselben 0,1‴, an den letzten vier Orten selbst bis 0,4‴ und darüber messen. Ueber die späteren Zeiten habe ich keine Beobachtungen, doch ist aus den früher angegebenen Zahlen leicht ersichtlich, dass die meisten Drüsen und zwar viele sehr bedeutend auch noch nach der Geburt an Grösse zunehmen, was gewiss in derselben Weise vor sich geht wie während der Fötalperiode, für welche Annahme auch die oben berührten ausnahmsweise auch bei Erwachsenen vorkommenden blassen soliden Drüsenläppchen sprechen; auch ist so viel sicher, dass gewisse Drüsen erst nach der Geburt entstehen, so z. B. die der *Labia minora*.

Noch sei es mir erlaubt, etwas über die Thätigkeit der Talgdrüsen beim Fötus zu bemerken. Die mikroskopische Untersuchung der Drüsen, Haarbälge und Oberfläche des Fötus lehrt, dass, vom fünften Monate an schon Hauttalg gebildet und mit dem freien Hervortreten der Haare auch nach aussen entleert wird. In der sogenannten *Vernix caseosa* lassen sich viele talghaltige Zellen und zum Theil auch freies Fett mit Leichtigkeit nachweisen, jedoch ist zu bemerken, dass wie schon früher bei der Oberhaut auseinandergesetzt wurde, die Fruchtschmiere nur der kleineren Hälfte nach als Product der Talgdrüsen, vielmehr als hauptsächlich aus abgelöster Epidermis bestehend anzusehen ist, vorzüglich aus dem Grunde, weil sie vorwiegend aus Epidermiszellen besteht und auch an Orten vorkommt, wo keine Talgdrüsen sich finden, wie an der Handfläche, Sohle, den *Labia minora* und der *Clitoris*.

Die Talgdrüsen kommen auch an abnormen Stellen vor; so beobachteten sie *Kohlrausch* (*Müll. Archiv* 1843, pg. 365) in einer Eierstockscyste und *v. Bärensprung* (l. c. pg. 104) in einer subcutanen Balggeschwulst der Stirn an beiden Orten in Verbindung mit Haarbälgen, woraus geschlossen werden darf, dass sie in haarhaltigen Cysten wohl öfter sich finden. In der That traf ich auch sehr schöne Talgdrüsen mit viel Hauttalg in den Wänden der oben erwähnten haarhaltigen Cyste in der Lunge (*Mohr's* Fall). Eine Neubildung von Talgdrüsen in Narben will *v. Bärensprung* in seltenen Fällen nur erst nach Jahren gesehen haben (l. c. pg. 115). Wenn die Haare ausfallen, scheinen die Talgdrüsen zu schwinden, wenigstens habe ich mehrmals an kahlen Stellen dieselben vermisst. Hypertrophien der Talgdrüsen finden sich nach *E. H. Weber* (*Meckel's Archiv* 1827, p. 207) bei Hautkrebsen, nach *v. Bärensprung* beim Akrothymion oder den feuchten Warzen (l. c. pg. 81), beim *Naevus pilosus*. Auch die Comedonen oder Mitesser, zu denen ich auch den *Lichen pilaris*, wenigstens

wie ihn *Simon* auffasst (l. c. pg. 334), rechne, sind mit Hauttalg erfüllte, ausgedehnte Haarbälge und Talgdrüsen, die besonders da vorkommen, wo die Drüsen durch Grösse sich auszeichnen, so an der Nase, den Lippen, dem Kinn, Ohr, Warzenhofe und dem *Scrotum*. Sie entstehen entweder durch Verstopfung der Haarbalgmündungen durch Unreinigkeiten oder durch Bildung eines zäheren, consistenteren Secretes, was aber nicht schlechthin als Fettentartung der Drüsenzellen bezeichnet werden kann, wie *v. Bärensprung* es thut, da, wie schon bemerkt, mit Fett ganz vollgepfropfte Zellen in keiner Drüse jemals fehlen. Der Inhalt solcher Comedonen besteht neben einem oder mehreren Haaren, die aber auch fehlen können, aus fetthaltigen Zellen, wie im normalen Hauttalg, Epidermiszellen von den Haarbälgen herrührend, freiem Fett, manchmal Cholestearinkrystallen und dem *Acarus folliculorum*. Das Hirsekorn, *Milium*, kleine weissliche Knötchen an den Augenlidern, der Nasenwurzel, dem *Scrotum*, Ohr, bildet sich, wie *v. Bärensprung* gewiss mit Recht annimmt, ebenfalls aus den Talgdrüsen und zwar dann, wenn dieselben für sich allein, nicht aber die Haarbälge sich ausdehnen, wodurch rundliche, die Haut hervortreibende Knötchen ohne Oeffnung entstehen, deren dem der Comedonen ähnliches Secret sich manchmal noch durch die Haarbälge ausdrücken lässt. Aehnliche Knötchen sah *v. B.* auch seitlich an *per primam intentionem* geheilten Wunden, von durchschnittenen Drüsen herrührend, deren Ausführungsgänge durch die Narbensubstanz verschlossen worden waren. Endlich müssen, wie wohl von Niemand mehr bezweifelt wird, auch die Schmeerbälge, die in der *Cutis* selbst sitzen (Atheroma, Steatoma, Meliceris und auch das Molluscum) als colossal vergrösserte Haarbälge mit Talgdrüsen angesehen werden, worüber das Nähere in den citirten Werken nachzulesen ist. — Auch in Betreff eines kleinen Schmarotzers, des *Acarus folliculorum*, der in gesunden und erweiterten Haarbälgen und Talgdrüsen wohnt, verweise ich auf *G. Simon* (l. c. p. 287). Bei dem oben erwähnten Falle von *Ichthyosis congenita* fanden Dr. *H. Müller* und ich die Ausführungsgänge der Talgdrüsen in der Epidermis allerwärts erweitert von 0,02 — 0,06‴, mit sackartigen, oft zu mehreren hintereinanderliegenden Ausbuchtungen von 0,04—0,12‴ und ganz voll von Hauttalg. Hie und da war ein Härchen in einem solchen Gange drin, so dass derselbe dann zugleich als Haarbalg erschien.

§. 63.

Bei der Untersuchung der Talgdrüsen präparirt man dieselben entweder von innen her und schneidet sie mit den betreffenden Haarbälgen von der *Cutis* ab, oder man macht nicht zu feine senkrechte Hautschnitte. Hat man den feineren Bau der Drüsen an denen des *Scrotum* und *Penis*, sowie der *Labia minora*, welche ohne alle Mühe sich isoliren lassen und daher am besten zur ersten Untersuchung sich eignen, studirt, wobei namentlich auch Essigsäure, die die umliegenden Theile durchsichtig macht, sich sehr dienlich erweist, so kann man bei den übrigen, wenn es nur auf Form, Lage und Grösse ankommt, sich

mit dem grössten Vortheile der Alkalien, namentlich des Natrons bedienen, welche, während sie die Drüsen ihres Fettreichthums wegen wenig angreifen, alle sie verdeckenden Theile aufhellen. Will man nicht die Hülle, sondern die Zellen der Drüsen studiren und zugleich ihre Form ganz übersehen, so ist nichts besser als die Haut zu maceriren; alsdann ziehen sich mit der Epidermis die Haare mit ihren Wurzelscheiden und die Zellenmassen der Talgdrüsen, Epitel und Contentum, *in toto* oft wunderschön heraus. Wo die Epidermis dünn ist (*Scrotum*, *Labia majora*, *Glans penis*), erreicht man dasselbe durch Aufträufeln concentrirter Essigsäure in kurzer Zeit, ebenso, jedoch mit grösserer Zerstörung der Drüsenzellen durch Natron. Für das Studium der Entwicklung der Talgdrüsen ist die Maceration der fötalen Haut und Aufhellung derselben durch Essigsäure von grossem Nutzen. Die fetthaltigen Zellen im Innern der Drüsen isoliren sich äusserst leicht beim Zerzupfen einer grösseren Drüse und was das ausgeschiedene Secret betrifft, so ist dasselbe ohne Zusatz, mit Wasser und mit Natron zu untersuchen.

Literatur.

Man vergleiche die bei der Haut citirten Abhandlungen von *Wendt* (pg. 280, *Gurlt* (pg. 409), *Krause* (pg. 126), *G. Simon* (pg. 9), *Valentin* (pg. 758), *Buek*, den bei den Haaren berührten Aufsatz von *Eschricht*, dann die allgemeinen Werke von *Henle* (pg. 899), *Todd-Bowman* (pg. 424 Fig. 92), *Hassall* (Pl. LIV, sollte LIII heissen, pg. 401), *Bruns* (pg. 349), *Gerber* (pg. 75, Fig. 40, 42, 43, 44, 45, 239), *Arnold* (II. Th.), die Abbildungen von *Wagner* (*Icon. phys.* Tab. XVI. Fig. 11. c), *Arnold* (*Icon. anatom. fasc. II*, Tab. XI, Fig. 10) und *Berres* (Tab. XXIV), ausserdem noch *G. Simon*: Ueber die sogenannten Tyson'schen Drüsen an der Eichel des männlichen Gliedes in Müll. Arch. 1844, pg. 1.

Zweites Buch.

Vom Muskelsysteme.

---

§. 64.

Zum Muskelsysteme gehören sämmtliche quergestreifte Muskeln, welche zur Bewegung des Skelettes, der eigentlichen Sinnesorgane und der Haut dienen. Dieselben machen bei weitem die Hauptmasse der willkürlich beweglichen und auch der quergestreiften Muskeln aus und bilden zusammen ein grösstentheils zwischen Haut und Knochen, zum Theil zwischen den Knochen selbst gelegenes System, dessen einzelne Theile, wenn auch nicht in unmittelbarem Zusammenhange, doch die meisten so neben und aneinanderliegen und durch gemeinschaftliche Hüllen vereint sind, dass sie füglich als ein Ganzes betrachtet werden können. Als Hülfsorgane gehören mehr oder minder wesentlich zu den Muskeln die verschiedenen Sehnenformen mit den Sehnenscheiden, Schleimbeuteln und Sesambeinen und die Fascien.

§. 65.

Alle erwähnten Muskeln gehören zu den zusammengesetzten Organen. Sie bestehen aus eigenthümlichen langen Fasern, den quergestreiften Muskelfasern, welche in verschiedener, meist sehr grosser Zahl durch Bindegewebe und elastische Fasern zu einem Ganzen verbunden sind und sehr zahlreiche Nerven und Gefässe zwischen sich enthalten.

§. 66.

Die eigentlichen Elemente der in Frage stehenden Muskeln, die von blossem Auge eben noch sichtbaren Muskelfasern, *Fibrae musculares*, auch Primitivbündel (*Faisceaux charnus primitifs*, *Fontana*), zeichnen sich besonders durch ihre Stärke und die deutliche Ausprägung ihrer einzelnen Theile vor denen der meisten anderwärts (Herz,

grosse Venenstämme, Pharynx, Oesophagus, Larynx, Urethra) noch vorkommenden quergestreiften Muskeln aus. Letzteres anlangend, so ist einmal die Scheide der Primitivbündel oder das Sarcolemma ohne Ausnahme, namentlich nach Zusatz von Wasser, Essigsäure und Alkalien mit Leichtigkeit zu erkennen. Wie überall ergibt sich dieselbe auch hier als eine vollkommen structurlose durchsichtige, elastische, glatte Hülle, die beim Menschen wie bei Säugethieren durch ihre Zartheit vor derjenigen der niedern Wirbelthiere, namentlich der nackten Amphibien sich auszeichnet. Die von ihr festumschlossenen Muskelfäserchen oder Primitivfibrillen, ***Fila sive Fibrillae musculares (Fils charnus primitifs, Fontana)*** (Fig. 52.), lassen sich besonders an leicht macerirten, gekochten, in Alkohol oder Chromsäure aufbewahrten Muskeln nicht unschwer isoliren, sind in der Regel varicös, d. h. von Stelle zu Stelle, in Intervallen von 0,0004—0,001‴, mit leichteren oder stärkeren Anschwellungen versehen und bewirken daher, da ihre dickeren und dünneren Stellen durch die ganze Dicke der Muskelfasern regelmässig in einer Höhe liegen, meist ein zierliches quergebändertes Ansehen derselben, hie und da auch daneben noch eine feine parallele Streifung; seltener dagegen, wo ihre Anschwellungen sehr wenig oder gar nicht ausgeprägt sind, eine reine Längsstreifung. Beim Erwachsenen umschliessen die Fibrillen ganz bestimmt keinen centralen Raum oder Kanal, sondern bilden, wie am überzeugendsten Querschnitte frischer Muskeln lehren (Fig. 53.), in Gemeinschaft mit einer in geringer Menge vorhandenen und sie verkittenden Zwischensubstanz vollkommen compacte Bündel. Die ausser den Fibrillen innerhalb des Sarcolemma noch vorkommenden Kerne finden sich in jedem Bündel, sind seltener von

Fig. 52.

Fig. 53.

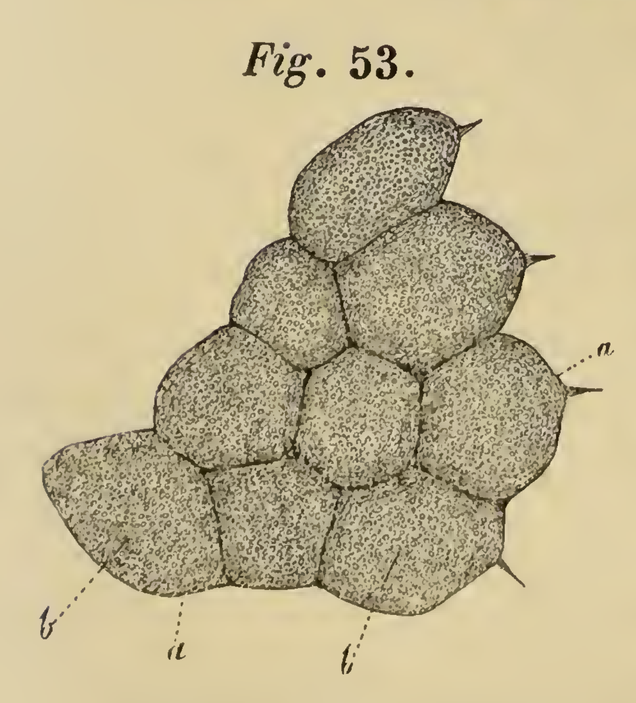
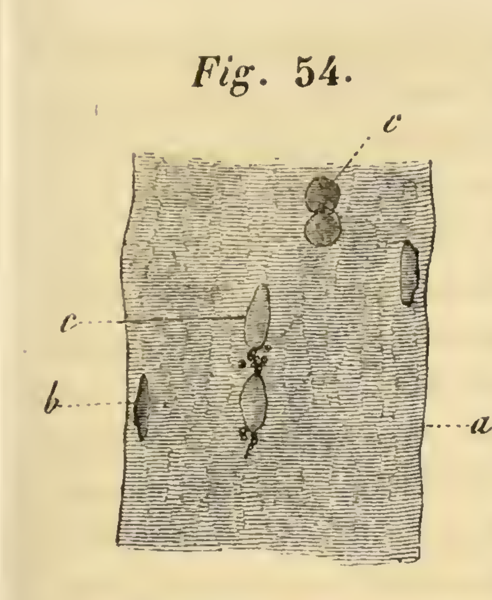


Fig. 52. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl (*Siredon pisciformis*). *a.* Ein kleines Bündel von solchen. *b.* Eine isolirte Fibrille, 600 mal vergrössert.

Fig. 53. Einige Muskelfasern oder Primitivbündel im Querschnitt vom Gastrocnemius des Menschen, 350 mal vergr. *a.* Sarcolemma und interstitielles Bindegewebe. *b.* Querschnitte der Muskelfibrillen mit der Zwischensubstanz.



Spindelgestalt meist scheiben- oder linsenförmig, 0,003—0,005‴ lang, 0,001—0,0025‴ dick, 0,003 bis 0,004‴ breit und erscheinen demnach bald als dunkle Stäbchen, bald als blasse rundliche Körper. Sie liegen beim Menschen wohl ohne Ausnahme zwischen dem Sarcolemma und der Oberfläche des Fibrillenbündels ziemlich unregelmässig, selten alle auf derselben Seite eines Bündels oder alternirend, meist gesetzlos bald hier bald da, dicht beisammen oder weiter von einander entfernt, manchmal auch wohl zu zweien in einer Höhe. Ausser diesen Kernen kommen auch noch hie und da kleine farblose oder gelbliche Körnchen auf und zwischen den Fibrillen, jedoch vorzugsweise in nicht ganz normalen Muskelfasern vor.

Die Gestalt der Muskelfasern ist eine rundlich polygonale. Ihre Stärke geht von 0,005—0,03‴ und darüber; am Rumpf und an den Extremitäten sind dieselben ohne Ausnahme stärker (0,016—0,03‴) als am Kopfe, wo namentlich die mimischen Muskeln durch geringe Dicke ihrer Fasern (0,005—0,016‴) sich auszeichnen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass in einem und demselben Muskel oft grosse Differenzen sich finden. Nach Allem, was man weiss, zeigen sich bei Männern und Weibern, schwächlichen und robusten Individuen in der Dicke der Muskelfasern keine absoluten Verschiedenheiten, dagegen möchte es leicht sein, dass hier das eine Extrem, dort das andere das vorwiegende wäre. Die Dicke der Primitivfibrillen beträgt beim Menschen 0,0005‴ im Mittel, die Zahl derselben in einem Bündel muss sich bei stärkeren auf mehrere Hunderte belaufen, ist jedoch nicht genau bekannt. Die Abstände ihrer Querstreifen wechseln gewöhnlich zwischen 0,0004—0,001‴.

Obschon ein genaueres Eingehen auf die Elemente der Muskeln auf den allgemeinen Theil dieses Werkes verspart werden muss, so kann ich doch nicht umhin, schon hier einige der wichtigeren Puncte kritisch zu beleuchten. Das von *Schwann* zuerst beschriebene und von *Bowman* genauer untersuchte Sarcolemma findet sich an Allen Muskelbündeln ohne Ausnahme und lässt sich theils an macerirten oder längere Zeit in Spiritus aufbewahrten Muskeln, theils bei Zusatz von Alkalien, welche die Fibrillen auflösen, während sie deren Hülle weniger angreifen, leicht nachweisen. An Spiritusexemplaren der starken Muskelbündeln von Perennibranchiaten (Siren, Proteus, Menopoma) isolirt man sich dasselbe leicht in grossen

Fig. 54. Stück einer Muskelfaser des Menschen mit Essigsäure behandelt, 450 mal vergr. *a.* Sarcolemma, *b.* einfache Kerne, *c.* gedoppelte Kerne von Fettkörnchen umgeben.

Fetzen und erkennt man seine vollkommene Structurlosigkeit und Glätte sehr deutlich. Dass die Querstreifen der Primitivbündel vom Sarcolemma herrühren, wie *Eduard Weber* noch neulich behauptet, ist ganz sicher ein Irrthum, und ebenso kann ich nicht beistimmen, wenn *Reichert* (*Müll. Archiv* 1847, pg. 23) angibt, dass die Fibrillen locker in der Scheide drin liegen. Allerdings sind dieselben durch keine Fäserchen, durch keine directe Verschmelzung mit derselben verbunden, allein deswegen umschliesst das Sarcolemma doch jedes Fibrillenbündel eng und fest und hängt mit der Oberfläche desselben innig zusammen, was einfach demselben Bindemittel zuzuschreiben ist, welches auch die einzelnen Fibrillen so sehr zusammenhält. Trotz dieses innigen Zusammenhanges, der so bedeutend ist, dass an einem frischen Muskelbündel die Hülle sich nicht leicht nachweisen lässt, zeigt die letztere doch in der Regel keine Querstreifen oder Runzeln als Abdrücke der Fibrillen, wahrscheinlich deswegen, weil eben durch das Bindemittel der Fibrillen auch die Oberfläche des gesammten Bündels eine vollkommen glatte wird, wohl aber folgt das Sarcolemma den verschiedenen Ausbuchtungen und Einbiegungen, die die Muskelbündel in Folge der Präparation oder unregelmässiger Contractionen, namentlich bei eben getödeten Thieren annehmen, meist vollständig nach und erhält so mit den Fibrillen zusammen häufig unregelmässige grössere Querrunzeln (siehe auch *Remak* l. c. pg. 185). In Betreff der Beschaffenheit der vom Sarcolemma eingeschlossenen Theile oder des Muskelcylinders, wie *Remak* dieselben passend nennt, ist vor Allem die Frage zu beantworten, ob derselbe auch während des Lebens aus einfachen Elementartheilen und aus welchen bestehe. Mehrere Autoren nehmen an oder halten es wenigstens für wahrscheinlich, dass die Primitivfasern Kunstproducte sind, so *Remak* (l. c. pg. 187), dem eine präformirte Sonderung der Muskelcylinder noch problematisch ist, *Brueke* (l. c. pg. 42), der den Inhalt der Muskelröhren während des Lebens für flüssig zu halten scheint, *Du Bois-Reymond* (l. i. c. I. pg. 664) und vor Allen *Bowman* (l. c.). Nach dem letztern besitzen die Muskelfasern allerdings dunkle Längslinien, in der Richtung welcher sie auch in der Regel in Fibrillen zerfallen, allein diese Fibrillen sind nur Kunstproducte, durch Zerlegung der Muskelfasern erhalten und existiren nicht als solche in ihnen. In manchen Fällen zeigen die Bündel nicht die geringste Neigung zu einem solchen Zerfallen und brechen vielmehr in der Richtung der Querstreifen auseinander (Fig. 55). Durch solch ein Zerfallen erhält man Scheiben (*discs*) und keine Fibrillen, und dasselbe ist eben so naturgemäss, wenn auch nicht so häufig wie das andere. Es ist daher ebenso richtig, jede Muskelfaser für eine Säule von Scheiben, wie sie für ein Bündel

Fig. 55.

A.

B.

Fig. 55. *A.* Ein Primitivbündel der Quere nach in Scheiben zerfallend, 300 mal vergr. Dasselbe zeigt deutliche Quer- und schwächere Längsstreifen. Die Scheiben (*discs*), von denen *B.* eine mehr vergrösserte darstellt, sind granulirt und bestehen aus den Primitivtheilchen (*Sarcous elements*) von *Bowman* oder Stückchen der Fibrillen nach andern Autoren. Nach *Bowman.*

von Fibrillen zu erklären; in der That aber ist weder das eine noch das andere vorhanden, sondern eine Substanz, in welcher die Anlage zu beidem, zu einem Zerfallen in die Länge und in die Quere gegeben ist. Würde eine Muskelfaser ganz nach der Richtung der Quer- und Längsstreifen zerfällt, so würden Theilchen entstehen, die man Primitivtheilchen (*primitive particles or sarcous elements*) nennen könnte. In der Muskelfaser sind diese Elementartheilchen sowohl der Länge als der Quere nach verbunden, und dieselben Theilchen bilden in dem einen Falle eine Scheibe, in dem andern einen Abschnitt oder ein Glied aller Fibrillen. — Wie schon aus diesem §. zu ersehen ist, bin ich gegen diese, so wie gegen jede Theorie, welche die Fibrillen nur als Kunstproducte, als nicht im Leben existirend ansieht. Ich gebe zu, dass dieselben an frischen Muskeln des Menschen und vieler Thiere in vielen Fällen gar nicht, auf jeden Fall nur schwer und unvollständig zu isoliren sind, allein darin liegt doch gewiss kein zwingender Grund, sie für nicht existirend zu halten; isoliren sich doch auch andere, im Leben bestimmt getrennte Theile in frischen Präparaten nur sehr schwer, wie die Linsenröhren, die Faserzellen der glatten Muskeln, ja selbst die Muskelprimitivbündel selbst. Das Zerfallen in Scheiben, auf das *Bowman* besonders sich stützt, könnte nur dann von Belang sein, wenn dasselbe ebenso häufig wie das in Fibrillen und auch an frischen Muskeln hie und da vorkäme, allein dies ist nicht der Fall, denn einmal habe ich, wie auch *Reichert* schon früher angab (*Müll. Archiv* 1842, *Jahresber.*), an frischen Muskeln nie etwas der Art gesehen und zweitens ist auch an macerirten oder anderweitig behandelten Bündeln, wie übrigens *Bowman* theilweise zugibt und neulich auch *Hassall* behauptet, das Zerfallen in Scheiben eine äusserst seltene Erscheinung, während auf der andern Seite die Isolirung und das Hervortreten der Fibrillen für den nur etwas mit diesem Gegenstande Vertrauten fast in jedem Muskel zu erzielen ist. Allein nicht diese Verhältnisse allein stimmen mich für die Praexistenz der Fibrillen, sondern auch noch folgende. Auf Querschnitten frischer, halbtrockner und mit Wasser aufgeweichter Muskeln, ja selbst an solchen von ganz frischen Muskeln, wie sie z. B. am Oberschenkel eines lebenden oder eben getödeten Frosches mit dem Doppelmesser sich erhalten lassen, sieht man, wie dies von trocknen Muskeln längst gekannt ist, die Querschnitte der Fibrillen ganz evident und deutlich, womit alle Ansichten widerlegt sind, nach welchen die Muskelfasern im Leben aus einer homogenen soliden oder flüssigen Substanz bestehen. Gegen *Bowman* ist die angeführte Thatsache freilich nicht zu gebrauchen, da nach demselben auch die Scheiben punctirt aussehen, eben wegen der Primitivtheilchen, aus denen dieselben bestehen, allein gegen denselben spricht mir neben der Seltenheit des Vorkommens seiner Scheiben einmal der Umstand, dass seine angenommenen Elementartheilchen, ausser an macerirten Muskeln, wo dies allerdings leicht gelingt, nur schwer sich isolirt erhalten lassen, während doch nach seiner Auffassungsweise der Fall, wo dieselben weder der Länge, noch der Quere nach fest zusammenhängen, ebenfalls häufig vorkommen müsste, und zweitens, dass bei gewissen quergestreiften Muskeln der Insecten (denen des Thorax nach *v. Siebold*, *vergl. Anat. der wirbellosen Thiere* pg. 562), an den ganz frischen Muskeln, ja, noch während disselben sich contrahiren, die

Fig. 56.



einzelnen Fibrillen und zwar ausgezeichnet schön zu beobachten sind (Fig. 56). Bei der grossen Uebereinstimmung der Muskeln der Insecten und der höheren Thiere in allen andern wesentlichen Verhältnissen ist dieses Factum, wie mir scheint, schlagend, und ich bin daher aus diesem und den andern Gründen entschieden für eine Existenz der Fibrillen während des Lebens, und glaube, dass sie, wo sie nicht leicht sich isoliren lassen, wie beim Menschen und vielen Thieren, durch eine homogene, klebrige (eiweisshaltige) Zwischensubstanz mit einander verbunden sind, und zwar so fest, dass auch unter gewissen Verhältnissen selbst Risse der Bündel in die Quere, namentlich in der Richtung der dünneren Stellen der Fibrillen entstehen können, wie solche auch bei andern Fasern, z. B. bei den elastischen, den glatten Muskeln, und selbst bei verhornten Zellen (innere Wurzelscheide und Rinde des Haares) vorkommen. Eine solche Zwischensubstanz ist selbst beim Menschen, wenn auch nicht in Längenansichten der Bündel, doch auf Querschnitten derselben zu sehen, indem bei solchen zwischen den als kleine runde Pünctchen erscheinenden Fibrillen noch kleine helle Zwischenräume erscheinen. Bei gewissen Thieren ist zwischen den Fibrillen eine körnige Zwischensubstanz zu finden, so constant in den erwähnten Muskeln der Insecten und sehr häufig beim Frosch. Auch beim Menschen zeigen sich, wie schon *Henle* anführt (pg. 580), nicht selten dunkle, auch wohl gefärbte Körnchen zwischen den Fibrillen, die, wie beim Frosch, der Einwirkung von Essigsäure und Alkalien widerstehen und Fett- oder Pigmentmoleküle sind. Ich sah dieselben vorzüglich in atrophischen, fettig entarteten oder sonst kranken Muskeln oft ungemein zahlreich, selbst so, dass sie die Fibrillen ganz verdrängten, in andern Fällen freilich auch ohne nachweisbare Störung der Vegetation im Muskel.

Die Durchmesser der Primitivbündel variren bei verschiedenen Muskeln und in einem und demselben Muskel nicht unbedeutend. *Henle*, der dieselben früher (und so neulich noch *Gerlach*) zu 0,005—0,006''', höchstens 0,017''' angegeben, hat später (*Stadelmann Sectiones transversae*) diese Angabe als nicht allgemein gültig bezeichnet. Ich gebe hier für die oben angeführten Zahlen einige Belege. Bei einer weiblichen Leiche maassen die Muskelfasern im *Sacrolumbaris* 0,016—0,028''', die Mehrzahl 0,020—0,022''', im *Pectoralis major* 0,01—0,03''', die meisten 0,02''', im *Deltoideus* 0,016—0,026''', die meisten 0,02 bis 0,022''', im *Masseter* 0,006—0,02''', die Mehrzahl 0,01—0,018''', im *Retrahens auriculae* 0,006—0,015''', die meissten 0,008—0,01'''. Bei einem Manne betrugen im *Pectoralis* die Extreme 0,018—0,028''', die am häufigst vorkommenden Zahlen 0,02—0,022''', im *Deltoideus* 0,012—0,024''' die ersten, die letzten 0,016—0,02''', im *Obliquus abdominis externus* waren die Zahlen 0,016—0,024'''

Fig. 56. Primitivfasern aus einem ganz frischen quergestreiften Muskel einer Wanze, 350 mal vergr.

und 0,016—0,02‴, im *Orbicularis oris* 0,008—0,016‴ und 0,01 bis 0,012‴, im *Frontalis* 0,006 — 0,014‴ und 0,008 — 0,01‴. Bei einem zweiten Individuum enthielt der *Pectoralis major* Fasern von 0,0068 bis 0,024‴, die meisten von 0,018—0,02‴, der *Pyramidalis* solche von 0,01—0,028‴, die meisten von 0,02‴.

Die Form der Muskelfasern ist an aufgeweichten Querschnitten trockner Muskeln eine polygonale; an frischen Querschnitten eine mehr der runden sich annähernde, doch nie eine wirklich runde, wie sie *Hassall* abbildet. Von einem centralen Kanale in ihnen, wie ihn *Jacquemin*, *Skey* und *Valentin* normal annehmen, habe ich ebenso wenig wie *Henle, Stadelmann* (l. c.) und *Holst* (l. c.) bei ausgebildeten Muskeln irgend eine Spur gesehen, dagegen kommt derselbe bei Embryonen (siehe unten) und nach *Bendz* auch später vor der gänzlichen Körperreife vor. Wäre bei Erwachsenen ein Kanal vorhanden, so könnte derselbe an isolirten Bündeln bei einer Veränderung des *Focus* dem Blicke nicht entgehen und müsste auch an frischen Querschnitten sich darbieten. Nicht läugnen will ich jedoch, dass vielleicht bei gewissen Thieren und bei noch nicht ganz entwickelten Muskeln die centralen Theile der Bündel weicher sind als die peripherischen, was dann die von *Valentin* zuerst beobachteten Umstülpungen an den Enden durchschnittener Muskelfasern des Frosches erklären könnte, wenn dieselben nicht vielleicht richtiger mit *Reichert* (*Müll. Archiv* 1841, pg. CXCVII) als durch Contraction des Sarcolemma hervorgerufen zu betrachten sind.

In Betreff der Natur der Primitivfasern ist noch manches nicht ganz im Klaren. Dieselben werden allgemein als solid angesehen, und in der That spricht nichts für die Existenz einer Höhlung in ihnen. Dass sie es sind, welche das quergestreifte Ansehen der Primitivbündel bewirken, ist eine ausgemachte Sache, noch zweifelhaft dagegen, woher das Ansehen von Querstreifen an ihnen rührt, ob von einer spiraligen Windung derselben (*Arnold*), von Zickzackbiegungen (*Will*) oder von Varicositäten. Alles was ich gesehen habe, macht mich zum Anhänger der letzteren verbreitetsten Ansicht. Ich läugne nicht, dass man bei Untersuchung vieler Fibrillen hie und da Bilder erhält, welche für die beiden andern Ansichten, namentlich die von *Will*, sprechen, allein viel häufiger ist es noch, einfache knotige Anschwellungen zu finden. Vor Allem eignen sich zu diesen Untersuchungen die starken Fibrillen der Perennibranchiaten (Fig. 52.), die an Spiritusexemplaren in beliebiger Menge sich isoliren und von allen Seiten untersuchen lassen; ebenso die der Thoraxmuskeln der Insecten. Mir scheint, *Will* hat sich bei seinen Untersuchungen von der damals noch gang und gäben Ansicht von den Zickzackbiegungen auch der Bündel bei der Contraction beirren lassen, sonst wäre es ihm nicht entgangen, dass Varicositäten alle Erscheinungen ebenso gut erklären und in vielen Fällen sich bestimmt nachweisen lassen. Wie sich die Primitivfasern und ihre Querstreifen zur Contraction der Bündel verhalten, ist auch noch nicht ganz ermittelt, doch spricht Alles dafür, dass die Fibrillen im nicht contrahirten Zustande schmäler, glatter und zum Theil selbst ohne Querstreifen sind, im contrahirten dagegen dicker und varicös und daher quergestreift werden; wenigstens kann man, wie schon *Will* angibt, bei Insecten alle diese

Zustände beobachten und auch bei Menschen und Säugethieren Einiges für diese Ansicht anführen (siehe unten).

Die Kerne der Muskelfasern finden sich, wie ich mit *Schwann* behaupten muss, beim Menschen nur an der Innenfläche des Sarcolemma und nicht in den Fibrillen drin; dass sie nicht äusserlich an den Bündeln ansitzen, wie früher *Henle* und *Stadelmann* und neulich auch *Gerlach* angaben, ist leicht zu sehen, wenn man die Muskeln mit Alkalien behandelt. In diesem Falle fliessen die zum Theil aufgequollenen Kerne mit den sich auflösenden Fibrillen aus den zurückbleibenden Scheiden heraus, und lassen sich, bevor sie sich auflösen, noch leicht isolirt untersuchen. In manchen Muskeln finden sich, auch wenn zwischen den Fibrillen keine Körnchen vorkommen, doch in der Nähe der Kerne grössere oder kleinere Fettmoleküle. — *Hassall's* Angabe (pg. 342) von Fasern, ähnlich glatten Muskelfasern, welche die Kerne der Muskelbündel einschliessen sollen, weiss ich nicht zu deuten.

§. 67.

Die Vereinigung der eben geschilderten Elemente zu den einzelnen Muskelbäuchen und Muskeln geschieht am Stamme und den Extremitäten nicht ganz in derselben Weise wie anderwärts. Indem die Muskelfasern parallel nebeneinander sich legen, werden sie mehrere zusammen von bindegewebigen Scheiden umschlossen, welche auch ganz zarte Fortsetzungen oder Scheidewände zwischen die einzelnen Bündel hineinsenden. So entstehen (Fig. 53.) feine auf dem Querschnitt polygonale oder platte Bündel, welche man zum Unterschiede von den primitiven oder den Muskelfasern secundäre Bündel oder besser einfach „Muskelbündel“ nennt. Diese kleineren Gruppen von Muskelfasern werden nun wieder zu mehreren von stärkeren Scheiden zu stärkeren Bündeln zusammengefasst, welcher Vorgang, indem er noch in einem oder mehreren Gliedern sich wiederholt und

Fig. 57.

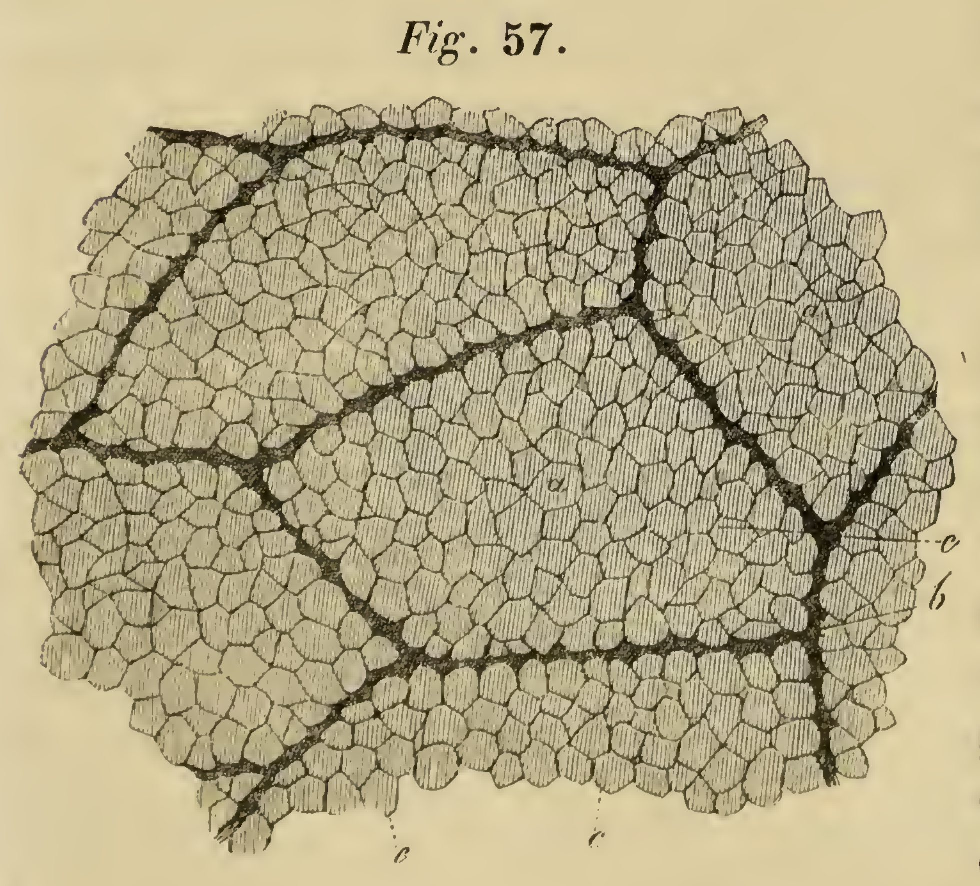


Fig. 57. Querschnitt aus dem Kopfnicker des Menschen, 50mal vergr. *a.* Secundäres Muskelbündel. *b. Perimysium internum*, welches dieselben umgibt. *c.* Primitivbündel.

die Entstehung noch stärkerer, ebenfalls platter oder prismatischer Bündel zur Folge hat, endlich mit derjenigen von wirklichen Muskeln endet. Diese sind demzufolge Aggregate von vielen grösseren und kleineren Bündeln, deren Scheiden oder das *Perimysium* ein zusammenhängendes System bilden, an welchem man den äusseren, den ganzen Muskel umgebenden Theil als *Perimysium externum* oder Muskelscheide, *Vagina muscularis* im engern Sinne, von den inneren, die stärkeren und schwächeren Bündel und die Muskelfasern direct umschliessenden Elementen, dem *Perimysium internum*, unterscheidet.

Die Stärke der secundären Muskelbündel varirt von $1/5$ — $1/2'''$, die der tertiären und noch grösseren Bündel ist so wechselnd und zugleich die Zerfällung der Muskeln in diese entfernteren Bestandtheile so sehr der Willkür unterworfen, dass sich nichts Specielles über dieselbe sagen lässt. Im Allgemeinen kann man anführen, dass in den einen Muskeln, denen mit feiner Faserung, das *Perimysium* ziemlich gleichmässig die secundären Bündel vereint, so dass die Muskeln kaum in tertiäre Bündel, sondern nur in grössere Abtheilungen von wechselnder Stärke, sogenannte Muskelbäuche, zu zerlegen sind, während in andern, den grobfaserigen Muskeln (*Glutaeus*, *Latissimus*, *Cucullaris*, *Deltoideus* etc.) zwar tertiäre Bündel von 2—6''' und darüber mit Leichtigkeit sich nachweisen lassen, aber die Verbindung derselben zu Muskelbäuchen oder den Muskeln selbst sehr wenig fest, und der Zusammenhang selbst der secundären Muskelbündel nur ein lockerer ist.

§. 68.

Die Muskelfasern stimmen in Bezug auf ihren Verlauf in allen Muskeln des Stammes und der Extremitäten in sofern überein, als dieselben, so viel man wenigstens bis jetzt weiss, niemals sich theilen oder Anastomosen untereinander bilden, sondern einfach nebeneinander fortgehen, dagegen ist ihre Richtung, Länge und Aneinanderlagerung mehr oder weniger verschieden. Letztere geschieht so, dass die Muskelfasern entweder mehr in der Fläche nebeneinander sich legen oder zugleich neben und übereinander sich gruppiren. So entstehen zwei Hauptabtheilungen von Muskeln, die hautartigen und die strangförmigen, welche jedoch nicht als scharf geschieden anzusehen sind, indem einerseits die ersteren auch in ihren zartesten Vertretern (*Stratum internum Orbicularis palpebrarum*, *Platysma*) nie aus nur Einer Lage von Muskelfasern bestehen und durch viele Uebergänge (*Pectorales*, *Obturatores*, *Iliacus*, *Glutaei*, *Infraspinatus* etc.) an die drehrunden sich anschliessen, anderseits auch diese durch ihre platten Formen (*Rectus abdominis*, *Sartorius*, *Gracilis*)

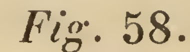
in die der andern Gruppe übergehen. Die Länge der Muskelfasern entspricht im Allgemeinen derjenigen der vom blossen Auge sichtbaren Bündel der Muskeln, da dieselben, so viel wir wissen, nirgends in den mittleren Theilen derselben enden, wechselt mithin sehr und beträgt auf der einen Seite kaum 1—2''' (*Stapedius, Tensor tarsi*), auf der anderen mehr als einen Fuss (*Sartorius*, *Latissimus* etc.). Genauer bezeichnet entspricht dieselbe dem Zwischenraume zwischen der Ursprungsstelle und dem Ende der secundären Bündel eines Muskels, an zweisehnigen Muskeln demjenigen zwischen den einzelnen Theilen der Ursprungs- und Endsehne und muss somit oft auch bei einem und demselben Muskel bedeutend wechseln, nämlich bei allen denen, deren Bündel nicht von einem und demselben Punkte entspringen und nicht alle auf einmal in die Sehne übergehen oder an dieselbe sich ansetzen (*Psoas, Soleus*, *Adductor magnus*, *Longissimus, Serratus anticus major*, platte Bauchmuskeln etc.). Die Richtung der Muskelfasern ist entweder geradlinig oder gebogen. Ersteres ist bei weitem das häufigere und zwar laufen die Fasern entweder alle einander parallel, wobei sie selten in verschiedenen Schichten eines Muskels nach verschiedenen Richtungen streichen (*Masseter*), meist alle einander gleich ziehen und zwar bald parallel der Längsaxe des ganzen Muskels (*Sartorius*, *Sternohyoideus, Rectus abdominis*), bald unter einem spitzen Winkel mit derselben sich kreuzen (halb gefiederte Muskeln, *Caro quadrata Sylvii*). In andern Fällen convergiren dieselben von zwei Seiten (doppelt gefiederte Muskeln) oder von vielen Seiten her (*Glutaei, Pectorales, Iliacus*, *Cucullaris* etc.) nach der Ansatzsehne hin oder divergiren an ihrer Befestigungsstelle, und breiten sich mehr oder weniger pinselförmig aus (*Levator menti*, Muskeln des Mundwinkels). Wo gebogene Muskelfasern vorkommen, bilden dieselben allem Anscheine nach in continuirlichem Verlaufe wirkliche Schlingen (*Orbicularis palpebrarum*) und vielleicht selbst zum Theil geschlossene Kreise oder Ellipsen (*Orbicularis oris, Sphincter ani*). Netzförmige Geflechte der Primitivbündel, wie sie am Herzen sich finden, kommen bei den Muskeln des Stammes und der Extremitäten nirgends vor.

Ueber die Zahl der Muskelfasern eines Muskels ist es schwer, etwas Bestimmtes zu sagen, da die Durchmesser derselben bei verschiedenen Individuen und innerhalb eines und desselben Muskels nicht unbedeutend variren. Auch die äussere Gestalt erlaubt in dieser Beziehung kein Urtheil, indem zwei Muskeln eines Individuums bei gleicher Dicke ihrer Muskelbäuche und Muskelfasern doch eine sehr verschiedene Zahl von Fasern besitzen können, wenn dieselben in dem einen gerade, in dem andern schief laufen.

Man glaubte bisher allgemein, dass die Muskelprimitivbündel beständig gerade verlaufen und niemals sich theilen und anastomosiren. Dies ist jedoch nicht richtig. Ich habe in der Vorkammer des Froschherzens netzförmig anastomosirende Muskelfasern gefunden (*Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie*, Heft 2 u. 3 1849, pg. 215, Tab. XVII. Fig. 6) in der Weise, dass hie und da zwei Bündel durch ein Querbündel vereinigt waren, jedoch nicht etwa durch blosse Apposition, sondern dadurch, dass das Sarcolemma der Bündel drei zusammenhängende in einander sich öffnende Röhren bildete und die Primitivfasern ebenfalls ohne Grenze in einander übergingen, womit jedoch nicht behauptet werden soll, dass dieselben bei den drei Bündeln wirklich in einander sich fortsetzten. Fast gleichzeitig mit mir haben auch *Leydig* und *Hessling* bei wirbellosen Thieren Aehnliches gesehen. Letzterer (*Froriep's Notizen* 1849, Nr. 177) sah im *Penis* der Schmetterlinge in grosser Anzahl und constant zahlreiche Theilungen der quergestreiften Primitivbündel. Es gingen von einem solchen entweder von der Seite ein oder mehrere Aeste ab, welche sich im weitern Verlauf wieder gabelförmig theilten, oder das Bündel schwoll an und sandte nach verschiedenen Richtungen zwei bis vier Aeste aus, die sich ebenfalls wieder theilen konnten. Die abgehenden Aeste zeigten bald die Dicke des Hauptstammes, bald um ein Drittheil oder Viertheil weniger. Nach *Leydig* (*Zeitschr. für wissensch. Zool.*, Heft 2 u. 3, 1849, pg. 108, 111, 112, 127, Tab. VIII, Fig. 19, 20, 23, 26, 27) sind die Muskelbündel von *Piscicola geometra*, die, obschon sie oft keine Querstreifen und keine Fibrillen besitzen, doch denen der höheren Thiere entsprechen (siehe unten), 1) in der Kopf- und Fussscheibe dichotomisch getheilt, an den Enden der Aeste verbreitert und verschmolzen, und 2) am *Tractus intestinalis* von *Piscicola* und am *Ductus deferens* von *Clepsine* durch die zierlichsten Anastomosen, durch feinere und gröbere Ausläufer mit einander verbunden. — Seit diesen ersten Beobachtungen habe ich diesem Gegenstande eine grössere Aufmerksamkeit gewidmet und gefunden, einmal dass die Anastomosen schon beschrieben, allein in gänzliche Vergessenheit gekommen waren, und zweitens, dass dieselben und die Verästelungen weit verbreiteter vorkommen, als ich selbst anfangs vermuthete. Was das erste betrifft, so finde ich, durch *Virchow* aufmerksam gemacht, bei *Leeuwenhoek* eine Beschreibung der Muskelprimitivbündel aus dem Herzen der Ente, des Ochsen und Schellfisches (*Piscis asellus*), welche, und mehr noch die Abbildung dazu (von der Ente) beweisen, dass derselbe die netzförmigen Anastomosen der Bündel im Herzen vollkommen richtig gesehen hat. Von den Späteren scheint Niemand etwas der Art bei Wirbelthieren beobachtet oder *L's.* Angaben weiter gewürdigt zu haben, wenigstens habe ich in keinem histiologischen, älteren oder neueren Schriftsteller etwas auf diesen Gegenstand Bezügliches gefunden, wohl aber erwähnen *Frei* und *Leuckart* (*Anatomie d. wirbellosen Thiere*, pg. 62, 282), ohne weiteres Gewicht darauf zu legen, Anastomosen der quergestreiften Bündel am Darm der Insecten und auch solche der zwar glatten, aber doch mit den quergestreiften in eine Kategorie zu stellenden Leibesmuskeln der Nematoiden. Auch *R. Wagner's* Abbildung (*Icones zootomicae Tab. XXX, Fig. IV*) von den Flügelmuskeln des Herzens der *Scolopendra morsitans*, die, jedoch nicht ganz gelungen und unrichtig

gedeutet, offenbar netzförmig anastomosirende Primitivbündel betrifft, kann hieher gezählt werden.

Meine neuern Untersuchungen, die ich zum Theil in Gemeinschaft mit Herrn Dr. *Corti* angestellt habe, lehren, dass die Anastomosen quergestreifter Muskeln wahrscheinlich im Herzen aller Wirbelthiere vorkommen. Gesehen wurden sie beim Menschen, dem Kaninchen, Kalbe, Hunde, der Katze, dem Reiher, dem Frosche und dem Kaulbarsch, bei letzterem von Dr. *Leydig*. Bei Säugethieren und beim Menschen sind dieselben sehr reichlich und äusserst zierlich, und kommen durch ganz kurze Quer- oder schiefe Aeste gewöhnlich von geringerer Stärke zwischen parallelen Bündeln zu Stande. Im Larynx, Oesophagus, Pharynx und der Zunge des Kaninchens liess sich bisher noch nichts Aehnliches sehen, wohl aber in der Zunge des Frosches, wo unmittelbar unter der Schleimhaut (an gekochten Präparaten leicht isolirbar) die zierlichsten Theilungen, jedoch keine Anastomosen sich fanden. Es waren meist starke Bündel von 0,03‴ und darüber, die unter spitzen Winkeln successive so sich theilten, dass ein ganzes grosses Bündel von feinen Aesten, die feinsten von nur 0,0012 — 0,0016‴, entstand, die zwischen den Zungendrüsen an die Schleimhaut sich inserirten. Ausserdem sah ich auch in den Lymphherzen des Frosches Anastomosen der quergestreiften Bündel wie im Blutherzen und Dr. *Leydig* (*Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool.* Bd. II, Heft 2, 3) beobachtete solche an den Muskeln der *Paludina vivipara*, die ebenfalls genetisch mit den quergestreiften Muskeln übereinstimmen. Was die Muskeln des Stammes und der Extremitäten betrifft, so habe ich beim Menschen und den Säugethieren nirgends eine Spur von Anastomosen der Bündel gesehen, wohl aber schien es mir hie und da, als ob gewisse Bündel vor und bei ihrem Ansatze an Sehnen auf eine ganz kurze Strecke sich zwei- oder mehrfach theilten, und mit Bestimmtheit sah ich dieses im Schwanze von Froschlarven, wo einzelne Muskelfasern bei ihrem Uebergang in Sehnen in 3 — 5 kegelförmige Zacken ausliefen (siehe unten).


Fig. 58.



Enden von Muskelfasern inmitten des Fleisches eines Muskels, wie sie seit *Haller* (*Elem. phys. IV. Lib. XI. sect.* 1, §. 3) hie und da citirt werden, habe ich so wenig als andere Neuere gesehen, was auf jeden Fall beweist, dass solche, wenn sie etwa vorkommen sollten, doch zu den seltenen Erscheinungen gehören. In kleinen Muskeln, z. B. des Frosches, in dem Subcruralis des Menschen, in Gesichts- und Halsmuskeln kleiner Säuge-

Fig. 58. Ein ramificirtes Primitivbündel von 0,018‴ aus der Zunge des Frosches, 350 mal vergrössert.

thiere, in den Rumpfmuskeln der Fische kann man den continuirlichen Verlauf der Bündel von einem Ende des Muskels bis zum andern verfolgen.

§. 69.

Die Muskelscheiden oder Bindegewebshüllen der Muskeln, das Perimysium, haben den doppelten Zweck, einmal den Gefässen und Nerven bei ihrer Verbreitung in den Muskeln als Träger zu dienen und zweitens die näheren und entfernteren Bestandtheile derselben zu einem Ganzen zu verbinden und in ihrer Thätigkeit zu unterstützen. Dieselben sind, je nach dem sie grössere oder kleinere Gruppen von Muskelbündeln umgeben, von verschiedener Dicke, immer jedoch zarte, mattweisse, nicht glänzende Hüllen, welche aus Bindegewebe und Kernfasern bestehen und an vielen Orten auch Fettzellen einschliessen. Das Bindegewebe besitzt nirgends die Natur structurloser Membranen, sondern zeigt überall deutliche Fibrillen, die sehr oft Bündel von 0,002—0,003''' bilden und fast immer parallel den Muskelfasern verlaufen. Dasselbe setzt, fast ohne Beimengung von Kernfasern oder Kernen locker mit dem Sarcolemma verbunden, sehr zarte Scheiden für die Muskelfasern selbst zusammen und ist in den Hüllen der Muskelfascikel um so mehr mit elastischen Elementen gemischt, je stärker diese sind. In grosser Zahl kommen dieselben in dem *Perimysium externum* vor, namentlich wo dasselbe stark ist, wie an der Aussenfläche des *Pectoralis major*, so dass dasselbe mit Fug und Recht als eine zur Hälfte elastische Hülle betrachtet wird und hiernach auch in seinen Verrichtungen zu bemessen ist. Das elastische Gewebe im *Perimysium* besteht ohne Ausnahme aus feinen geschlängelten, isolirten, oder, wo es reichlicher ist, netzförmig anastomosirenden Fibrillen von selten 0,001''' Stärke und gehört mithin zur feineren Varietät oder zu den Kernfasern. Die in Muskeln vorkommenden Fettzellen liegen fast immer in den Scheiden der secundären Bündel, selten zwischen den Muskelfasern selbst und weichen in ihrem normalen und pathologischen Verhalten in gar nichts von denen des *Panniculus adiposus* ab, auf welche hiermit verwiesen wird. Sie kommen vorzüglich, jedoch auch hier nur in ganz kleinen Träubchen oder isolirt, oft reihenweise neben den Gefässen, bei gewissen Muskeln mit lockerem Gefüge (*Glutaeus maximus*, *Orbicularis oris*, *Levator menti*, *Quadratus menti*, *Intercostales*, *Iliacus internus*, *Psoas* etc.) vor, sind aber auch bei vielen andern Muskeln in geringer Zahl und namentlich den Gefässen folgend in den oberflächlichen Schichten, ja bei fetten Individuen in allen Muskeln bis in die innersten Theile anzutreffen. Nirgends fast sah ich schönere Margarinsäurekrystalle als in den Fettzellen der kleineren Muskeln fetter Leute.

§. 70.

Verbindung der Muskeln mit anderen Theilen. Mit den beweglichen Gebilden, den Knochen, Knorpeln, den Gelenkkapseln, der Haut u. s. w. sind die Muskelfasern theils direct, theils durch Vermittlung von fibrösen Elementen, den Sehnen, Sehnenhäuten, gewissen Abschnitten der Muskelbinden und Bänder (*Lig. interossea*, *Membrana obturatoria*) verbunden. Ausserdem werden sie noch sammt den Sehnen einzeln oder in Gruppen von festen Scheiden, den Muskelbinden oder Fascien, umhüllt, welche, ohne ihre Bewegungen zu beeinträchtigen, denselben eine bestimmte Richtung vorzeichnen. Als Halt der Sehnen dienen auch noch die Sehnenscheiden und ihre accessorischen Bänder, zu ihrer Festigkeit tragen gewisse Faserknorpel bei und zur Verminderung der Reibung finden sich zwischen den einzelnen Weichtheilen oder diesen und den Knochen die Schleimbeutel der Muskeln und Sehnen und die Schleimscheiden der letzteren.

§. 71.

Die Muskeln, welche ganz oder an dem einen oder andern Ende ohne Vermittlung von Sehnen sich befestigen, bilden im Ganzen die geringere Zahl. Die einen von ihnen entspringen direct von Knochen (*Obliqui*, *Iliacus*, *Psoas*, *Glutaei* etc.) oder setzen sich unmittelbar an solche an (*Serrati*, *Omohyoideus*, *Sternohyoideus*), andere strahlen zum Theil in die Haut aus (kleine Gesichtsmuskeln zum Theil) oder liegen flach unter derselben (*Platysma*, *Orbicularis oris* etc.), einige wenige endlich kommen von Knorpeln und gehen zu solchen (Ohrmuskeln zum Theil, *Transversus abdominis*, *Diaphragma*). Die Art und Weise, wie die Muskelfasern in diesen verschiedenen Fällen sich verhalten, ist noch fast gar nicht erforscht. Nach dem was ich gesehen, ist, wo die Muskeln sei es am Ursprunge oder am Ende eines Knochens haften, die Verbindung überall gleich. Immer gehen die Muskelfasern nur bis an das Periost und enden an demselben, gerade wie bei ihrem schiefen Ansatze an Sehnen (siehe unten), stumpf zugespitzt, ohne in seine Fasern sich fortzusetzen oder gar mit dem Knochen in unmittelbare Berührung zu kommen. Auch mit den Knorpeln verbinden sich die Muskeln immer nur vermittelst des *Perichondrium* und zwar in der eben erwähnten Weise. Wo endlich Muskeln an die Haut und Schleimhäute (Zunge) gehen, liegen sie entweder ohne directen Zusammenhang flach unter derselben oder strahlen mit divergirenden grösseren oder kleineren Bündeln (Gesichtsmuskeln) oder mit ramificirten Muskelfasern (Froschzunge) in dieselbe aus, wobei

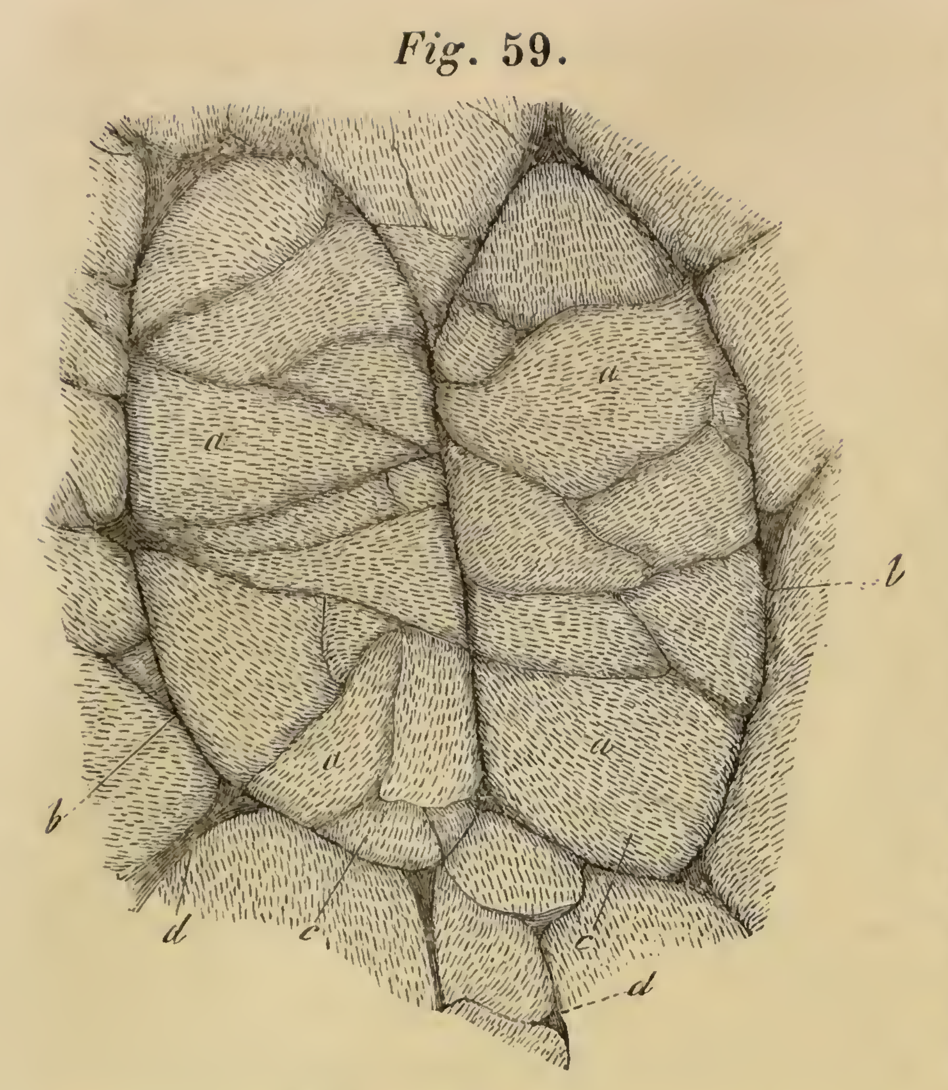
sie wenigstens hie und da unmittelbar an die bindegewebigen Streifen derselben sich anzusetzen scheinen, ohne dass sich bisher der Zusammenhang beider genauer verfolgen liess.

§. 72.

Sehnen. Unter den fibrösen Elementen, mit welchen die Muskeln entspringen und an die sie sich ansetzen, nehmen die Sehnen durch ihr häufiges Vorkommen die erste Stelle ein. Die Sehnen, Flechsen, *Tendines* sind glänzend, weiss oder ins Gelbliche spielend, fast ganz aus Bindegewebe gebildet und zerfallen mit Bezug auf ihre Gestalt in strangförmige, eigentliche Sehnen, und in hautartige, Aponeurosen (*Centrum tendineum*, *Galea*, Sehnen der Bauchmuskeln, *Latissimus*, *Cucullaris* etc.). Beide Formen finden sich sowohl am Ende als in der Mitte von Muskeln, Endsehnen und Zwischensehnen, sammt den Sehnenstreifen (*Inscriptiones tendineae*), und sind, wie in ihrem äussern Verhalten nicht scharf von einander geschieden, indem die strangförmigen Sehnen häufig auch abgeplattet vorkommen und mit ihren Enden nicht selten in dünne Membranen auslaufen (*Biceps brachii*, *Semimembranosus*, *Sartorius*, *Gracilis*, *Gemelli surae* etc.), so auch in ihrem Baue im Wesentlichen vollkommen gleich. Alle Sehnen nämlich bestehen aus Bindegewebe, das durch den parallelen Verlauf seiner Elemente, ihre feste Vereinigung und die Armuth an elastischen Fasern sich auszeichnet. Die Elemente des Bindegewebes, die Fibrillen, sind an frischen Sehnen leicht zu sehen, wie überall sehr fein. In strangförmigen Sehnen verlaufen sie zierlich wellenförmig, alle ganz gleichmässig und der Längsaxe der Sehne parallel und liegen im frischen Zustande so dicht beisammen, dass eine Demonstration von Primitivbündeln nicht leicht ist. Doch sind auch hier solche von 0,006 — 0,008‴ Breite und rundlich polygonaler Gestalt vorhanden, wie vorzüglich Querschnitte getrockneter Sehnen, namentlich auch bei Zusatz von Alkalien lehren, aber *in natura* durch ein homogenes, in sehr geringer Menge vorhandenes Bindungsmittel so fest mit einander vereint, dass sie nicht zu isoliren sind.

Ganz deutlich sind dagegen auch an frischen eigentlichen Sehnen secundäre und tertiäre Bündel (Fig. 59). Es ziehen nämlich durch das Sehnengewebe zarte Scheidewände eines mehr lockeren Bindegewebes, welche, indem sie alle miteinander zusammenhängen und ein continuirliches System paralleler Röhren bilden, die Sehnenfibrillen, resp. Primitivbündel derselben, in viele grössere oder kleinere Gruppen zerfällen. Ganz deutlich unterscheidet man secundäre Bündel von meist polygonaler, auch wohl rundlicher oder länglicher Gestalt und einem Durchmesser von

Fig. 59.



0,03—0,06‴ und tertiäre Bündel mit polygonalen Contouren von 0,1 — 0,5‴ und darüber Dicke, und etwas stärkeren Scheidewänden als Begrenzung; meist treten auch noch grössere Abschnitte aus vielen tertiären Bündeln zusammengesetzt hervor und bilden dann, in sehr verschiedener Zahl und Gruppirung, fest vereint und noch durch eine gemeinsame Hülle von lockerem Bindegewebe verbunden, die Sehne selbst. Die Aponeurosen haben entweder dieselbe Zusammensetzung wie die eigentlichen Sehnen und bestehen aus einigen Schichten in der Fläche nebeneinanderliegender, paralleler, secundärer Bündel oder sie gleichen mehr den fibrösen Häuten und besitzen nach zwei oder mehr Richtungen sich kreuzende primäre und secundäre Bündel (Bauchmuskeln, Zwerchfell).

In den secundären Bündeln aller Sehnen finden sich Kerne und Kernfasern in verschiedener Gestalt und Zahl. Erstere kommen länglichrund, spindel- oder selbst fadenförmig von Gestalt bald spärlicher, bald und zwar gewöhnlich recht häufig vor und stehen in ziemlich regelmässigen Längen- und Breitenabständen, von denen die letzteren offenbar die Breiten der untereinander fest verbundenen Primitivbündel andeuten. Wenn sie fadenförmig sind, so gleichen sie kurzen Kernfasern völlig, besonders da sie auch dannzumal, wenigstens nach Essigsäurezusatz einen geschlängelten Verlauf zeigen. Längere isolirte Kernfasern

Fig. 60.

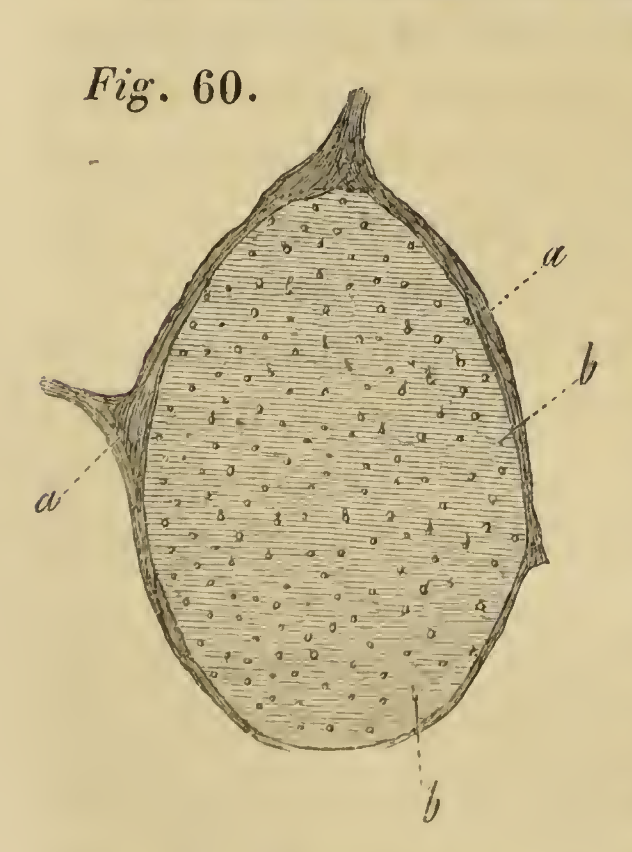


Fig. 59. Querschnitt einer Sehne des Kalbes, 20mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* tertiäre, *c.* Kernfasern nicht ganz im Querschnitt, sondern als Strichelchen in den ersteren, *d.* interstitielles Bindegewebe.

Fig. 60. Secundäres Sehnenbündel des Ochsen in feinem Querschnitt 350mal vergr. *a.* interstitielles Bindegewebe, welches das Bündel von den benachbarten abgrenzt. *b.* Kernfasern im Querschnitt.

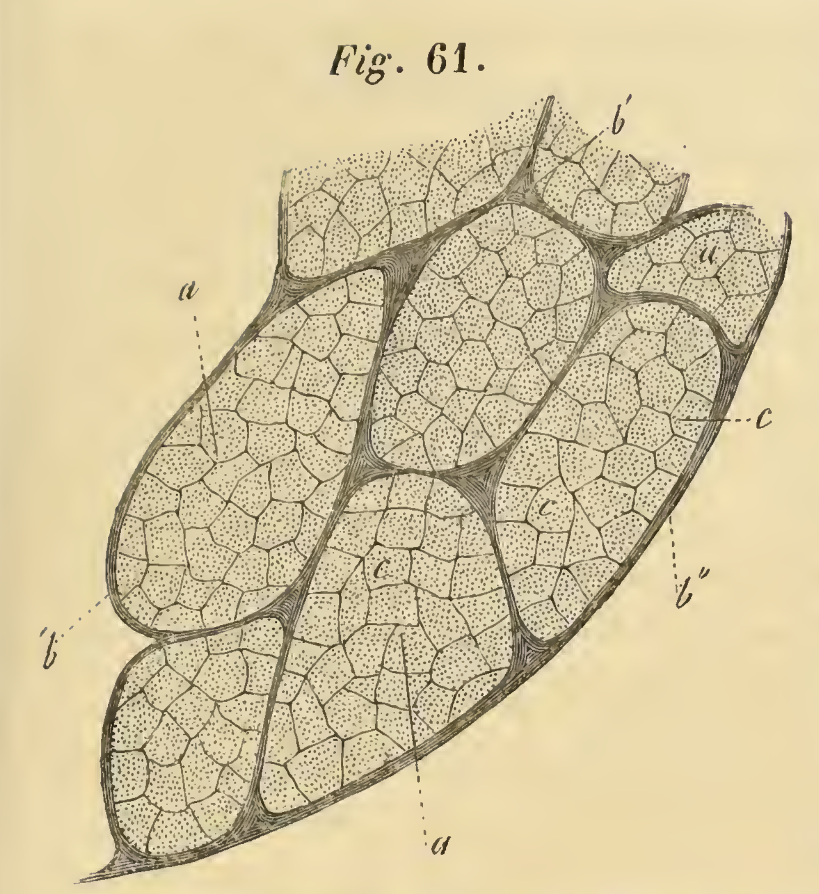
(bis zu 0,0007''' Dicke) sind in Sehnen hie und da, im Ganzen genommen selten, und zwar in denselben Abständen zu treffen wie die fadenförmigen Kerne, aus deren Verschmelzung sie unzweifelhaft entstanden sind; anastomosirende Kernfasern sah ich dagegen nie. Ausser diesen Kernen und den Kernfasern, von denen ich angeben zu können glaube, dass sie in den oberflächlichen Schichten der Sehnen häufiger vorkommen als in der Tiefe, finde ich noch da, wo Sehnen direct an Knochen sich ansetzen, und an gewissen Stellen der in Schleimscheiden und Gelenken verlaufenden Sehnen Knorpelzellen oft in grosser Zahl, an letzteren Orten auch Zellen mit etwas zweifelhaftem Charakter, wovon im nächsten §. mehr; ferner auch gewöhnliche Fettzellen, namentlich in mehr lockeren Sehnen wie in den Sehnenstreifen der *Musc. intercostales*, des *Triangularis sterni*, *Masseter* etc.

Das quergebänderte Aussehen der Sehnen, das den Atlasglanz derselben bewirkt, rührt einfach von den wellenförmigen Biegungen ihrer Fibrillen, die durch die ganzen Bündel aufeinandertreffen, her; dasselbe verschwindet, wenn dieselben stark ausgedehnt werden und ist nur ein Ausdruck der ihnen innewohnenden Elasticität, welche im relaxirten Zustande ins Leben tritt.

Donders beschreibt (*Holländ. Beitr.* Bd. I, pg. 259) eine eigenthümliche Veränderung der Querschnitte getrockneter Sehnen mit folgenden Worten: „Setzt man in Wasser macerirten Querschnitten getrockneter Sehnen Essigsäure zu, so kommen mit grosser Schnelligkeit eine Menge sehr langer, mehr oder weniger geschlängelter, isolirter Plättchen zum Vorschein, die um so breiter sind, je dickere Durchschnitte man genommen hat, und auf deren Breite hier und da abgebrochene, der Längenrichtung der Sehne parallele Kernfasern beobachtet werden, so dass man es hier mit nichts Anderem zu thun hat, als mit umgeschlagenen Theilen des Querschnittes, welche man als breite, aber sehr kurze Längenschnitte beobachtet, Diese sind aber häufig so lang und oft so deutlich isolirt und dünn, dass sie unmöglich von den umgeschlagenen Rändern der secundären Bündel abgeleitet werden können, woraus zu folgen scheint, dass die Primitivbündel (wenn diese wirklich als begrenzte bestehen) zu Plättchen verbunden sind, die entweder zum Theil concentrisch aneinandergeschlossen oder aufgerollt die secundären Bündel bilden und die durch Essigsäure auseinanderweichen und sich umschlagen. Vielleicht werden Andere die (auch in andern Fadencylindergeweben einigermassen wiederkehrende) Erscheinung besser erklären können, als ich es hier versuchte, indem meine Erklärung mich selbst nicht ganz befriedigt." Auch *Gerlach* (pg. 110) erwähnt diese Erscheinung nach *Donders'* Vorgang, lässt jedoch den Querschnitt der Sehne gleich nach der Einwirkung der Säure in zahlreiche concentrich liegende Bänder auseinandergehen. — Nach dem was ich gesehen, zerfällt ein Sehnenschnitt niemals in isolirte Bänder, sondern immer sind es nur die umgerollten Ränder der secundären Sehnenbündel, welche

wie solche sich ausnehmen. Immer nämlich sieht man an den scheinbaren Bändern noch eine ganz blasse Scheibe anhängen, den nicht umgerollten Theil eines secundären Bündels. Demgemäss ist, was *Gerlach*, zum Theil nach *Donders*, über die Zusammensetzung der secundären Sehnenbündel aus Ringen primärer Bündel lehrt, welche Ringe concentrisch um ein centrales Bündel stehen sollen, zu berichtigen und das, was auch schon *Donders* als möglich erwähnt hatte, dass das Ansehen von isolirten Bändern auf einer optischen Täuschung beruhe, als das Richtige anzusehen, mit welcher Ansicht, wie ich aus dem eben (April 1850) erhaltenen *Jahresberichte von Müller's Archiv* 1848, pg. 58 sehe, auch *Reichert* übereinstimmt, mit der Ausnahme, dass er unrichtiger Weise die dunklen Streifen der Sehnenquerschnitte nicht für Kernfasern hält. — Die primären Sehnenbündel sieht man nach *Donders* und *Moleschott* in einem mit Kali behandelten Querschnitte; dasselbe scheidet nach ihnen die secundären Bündel in kleinere, die alle aus 5—10 Primitivbündeln bestehen. Ich erkenne die primären Bündel beim Menschen und bei Säugethieren schon an aufgeweichten Querschnitten trockner Sehnen, wenn auch zart conturirt, ganz deutlich. Das Bild, das man erhält, ist wie ein matter Abglanz dessen, was die Querschnitte von Muskeln zeigen (Fig. 61).

Nach *Reichert's* Ansicht (Bindegewebe pg. 70 u. f.) bestehen die Sehnen aus einer homogenen, durchaus faserlosen Substanz, die, obschon sie sehr leicht nach einer bestimmten Richtung sich spalten lässt, doch auf Quer- und Längsschnitten sich vollkommen gleich, d. h. structurlos verhält. Diese Ansicht theile ich, wie aus Obigem hervorgeht, nicht, eben sowenig wie die meisten andern Behauptungen *R's*. in Betreff des Bindegewebes der Wirbelthiere, obschon ich nicht läugne, dass es auch ein mehr homogenes Bindegewebe gibt, auf das wir durch *Reichert* namentlich aufmerksam gemacht worden sind, doch muss ich die specielle Auseinandersetzung meiner Gründe auf den allgemeinen Theil versparen. Hier bemerke ich nur so viel. Wie *Henle* (*Jahresber. v. Canst.* 1845 pg. 55) begreife auch ich nicht, wie *R.* früher bei seinen Querschnitten von Sehnen die secundären Bündel übersehen und die Sehnensubstanz als vollkommen einförmig und ohne die geringste Spur von Fasern bezeichnen konnte, es sei denn, dass die übergrosse Feinheit seiner Schnittchen ihn irre leitete. Freilich wird nun dadurch, dass die Sehnen aus parallel der Länge nach verlaufenden secundären Bündeln mit interstitiellem Bindegewebe bestehen, *R's*. Betrachtungsweise des Bindegewebes derselben noch nicht unmöglich (siehe *R.* in *Müll. Arch.* 1846, pg. 235), denn es wäre immer noch gedenkbar, dass wenigstens diese secundären Bündel ganz homogen und structurlos wären. Allein dem ist nicht so. Schon dass die Kerne und Kernfasern in denselben ohne Ausnahme der Länge nach laufen, deutet auf einen verschiedenen Bau der Sehnensubstanz in der Längs- und Querrichtung hin. Ganz bestimmt wird dies bewiesen durch den Nachweis von *Donders*, *Moleschott* und mir, dass auch die primären Sehnenbündel, ja nach *Stadelmann* und *Henle* (*Sectiones transversae partium elementarium corporis humani, Turici* 1844, pg. 11 Fig. 3.), denen ich ganz beistimme, selbst die Fibrillen auf dem Querschnitt sich erkennen lassen. Der letzte Umstand namentlich scheint mir von dem grössten Gewicht. Man sieht nämlich an in



Wasser oder Essigsäure erweichten Querschnitten (nie an Längsschnitten) trockner Sehnen (Fig. 61.) über die ganzen secundären Bündel oder an den primären Bündeln, wenn dieselben deutlich sind, wenn auch nicht in allen, doch in den meisten Fällen eine ganz regelmässige und feine Punctirung. Die Körnchen sind blass, rund, von dem Durchmesser der Sehnenfibrillen, die man auf andere Weise sich verschafft, und können nichts anderes als die Querschnitte derselben bedeuten. Nimmt man hierzu noch, dass bei den Sehnen, wie bei dem geformten Bindegewebe ohne Ausnahme die Entwicklung aus spindelförmig verlängerten Zellen mit grosser Leichtigkeit nachzuweisen ist, so wird wohl Niemand sich bewogen sehen, von der alten Ansicht über den Bau der Sehnen abzugehen, um der *Reichert*'schen Ansicht zu folgen.

§. 73.

Verbindungen der Sehnen mit andern Theilen. Die Sehnen, welche den Zweck haben, die Wirkungen der sich verkürzenden Muskeln zu vermitteln, verbinden sich einerseits mit den Muskeln, anderseits mit den verschiedenen von ihnen bewegten Theilen. Die erstere Vereinigung geschieht, wie schon das blosse Auge unterscheidet, auf verschiedenartige Weise. Abgesehen von den mannigfachen, schon ohne Vergrösserungen sichtbaren Verbindungsweisen beider Gebilde, in Betreff welcher ich auf die Handbücher der speciellen Anatomie verweise, gehen, wenn wir die feineren Verhältnisse berücksichtigen, einmal Sehnen und Muskeln geradlinig ineinander über, während andere Male die Muskelfasern mit abgerundeten Enden unter spitzen Winkeln an die Ränder und Flächen von Sehnen und Aponeurosen anstossen, wie bei den gefiederten und halbgefiederten Muskeln und bei vielen Aponeurosen, am deutlichsten am *Soleus* und *Gastrocnemius*. Die mikroskopischen Verhältnisse sind in diesen beiden Fällen sehr verschieden. Im ersteren gehen die Muskel-

Fig. 61. Ein Theil eines Querschnittes der Sehne des *Flexor hallucis longus* des Menschen 350 mal vergr. *a.* Secundäre Sehnenbündel, *b.* interstitielles Bindegewebe, am rechten Rande der Figur in das oberflächliche Bindegewebe der Sehne übergehend, *c.* primäre Sehnenbündel mit den Querschnitten der Fibrillen, beide nicht blass genug gehalten. Wo die Bündel zusammenstossen, sitzen die Kernfasern, die deutlicher als dunkle Puncte angegeben sein sollten.

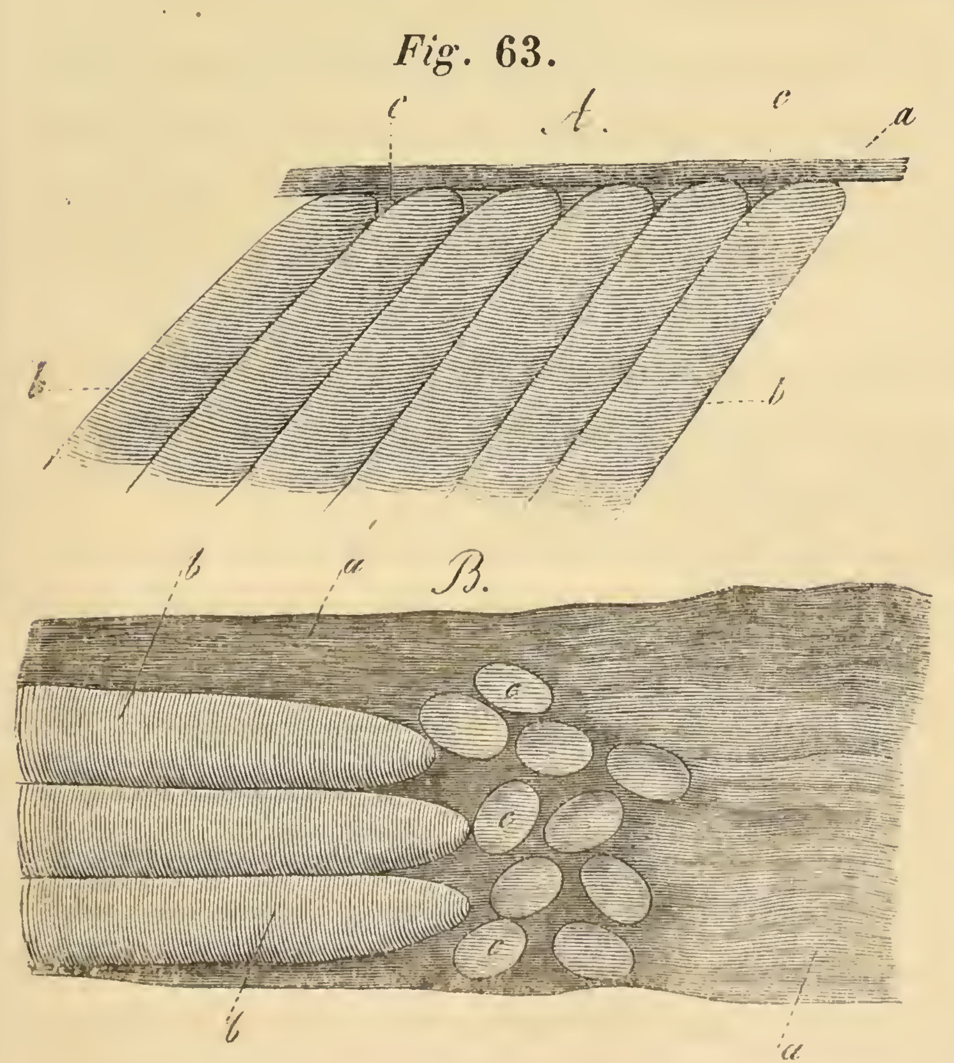
bündel unmittelbar in Sehnenbündel über, in der Weise, dass keine scharfe Grenze zwischen den beiderlei Gebilden existirt und das ganze Bündel von Muskelfibrillen in ein ungefähr gleichstarkes Bündel von Sehnenfäserchen sich fortsetzt (Fig. 62). Von diesem Verhalten habe ich mich bei gewissen Muskeln des Menschen aufs Bestimmteste überzeugt und namentlich die *Musculi intercostales*, deren Bündel sich leicht von einander lösen und viele eingestreute Sehnenstreifen enthalten, hierzu am tauglichsten gefunden. Jedoch hat es mir nicht gelingen wollen, das Verhalten aller in Betracht kommenden Elementartheile bis aufs Aeusserste zu verfolgen. Das Sarcolemma der Muskelbündel anlangend, so ist mir so viel ausgemacht, dass dasselbe in diesen Fällen am Ende je eines Muskelprimitivbündels keinen Blindsack bildet, sondern ohne sich zu schliessen in das Sehnenbündel übergeht, ob jedoch dasselbe mit den oberflächlichsten Fibrillen oder mit einer allfälligen, freilich nicht nachweisbaren Hülle desselben zusammenhängt, oder sonst wie endigt, das weiss ich nicht bestimmt; nur so viel kann ich sagen, dass das Ansehen für einen Uebergang in die äussersten Sehnentheile spricht, was aber nicht gerade nothwendig einen Zusammenhang beider Theile in sich schliesst. Mit Bezug auf die inneren Theile ist so viel leicht zu sehen, dass das Sehnenbündel das Ende des Muskelbündels nicht blos nur umfasst oder etwa gar nur in das Sarcolemma übergeht, sondern als ein compactes Bündel an das Muskelbündel anstösst; wie jedoch hierbei die beiderlei Fibrillen sich verhalten kann ich nicht angeben, da mir eine Zerfaserung der fraglichen Elemente an ihrer Verbindungsstelle bisher nicht gelungen ist. Ohne Verletzung der Theile sieht man, und zwar bei allen Einstellungen des Mikroskops, in der Tiefe wie an der Oberfläche, nur so viel, dass die die Muskelfasern bezeichnenden Querstreifen nahe an den Sehnenbündeln undeutlicher werden, während zugleich eine Art Zerklüftung oder Zerspaltung der Primitivbündel der Länge nach sich einstellt, welche durch zartere oder stärkere, mehr oder weniger tief eingreifende Längsstreifen sich kund gibt. Dann werden allmälig die Querstreifen von den für die Sehnen charakteristischen dichten, wellenförmigen

Fig. 62.



Fig. 62. Ein Primitivbündel *a.* aus einem *Intercostalis internus* des Menschen in ein Sehnenfascikel *b.* continuirlich und ohne scharfe Grenze übergehend, 350 mal vergrössert.

Längsstreifen ersetzt, jedoch findet, so viel ich beim Menschen sehe, der Uebergang in der Regel nicht in einer und derselben Höhe, sondern bei einer und derselben Muskelfaser in einer Ausdehnung von beiläufig 0,01 bis 0,02''', bei den einen Theilen hier, bei den andern dort statt, und ist zugleich kein durch eine scharfe Linie bezeichneter, sondern ein unmerklicher, fast wie oft an Muskelfasern, die hier Querstreifen, dort Längsstreifen darbieten. So absonderlich es auch klingen mag, so muss ich doch, soll ich den Eindruck bezeichnen, den solche Muskel- und Sehnengrenzen auf mich gemacht haben, sagen, dass es der eines continuirlichen Zusammenhanges der Muskel- und Sehnenfibrillen war, womit ich jedoch nicht gemeint bin, einen solchen Zusammenhang als wirklich und ganz bestimmt vorkommend hinzustellen. Noch bemerke ich, dass die Muskelbündel, indem sie in Sehnenbündel übergehen, meist ihre frühere Breite beibehalten, seltener leicht sich verschmälern, während die Sehnen, obschon anfänglich ungefähr ebenso stark wie die Muskelfasern, im weiteren Verlauf selten gleich bleiben, sondern meist sich etwas verschmälern und nur an mikroskopischen Präparaten mit ihren abgeschnittenen Enden pinselförmig sich ausbreiten.



Wo die Muskelbündel unter schiefen Winkeln an Sehnen und Aponeurosen stossen, findet sich in vollem Gegensatze zu dem eben beschriebenen Verhalten eine scharfe Grenze zwischen Muskel und Sehne (Fig. 63). Hier nämlich enden die Muskelfasern wirklich, meist schief abgestutzt mit leicht kegelförmig vortretender Endfläche, seltener merklich zugespitzt, obschon immer noch ab-

Fig. 63. Verhalten der Muskelfasern bei schiefem Ansatz an Sehnen vom *Gastrocnemius* des Menschen, 250 mal vergr. *A*. Seitenansicht. *a*. Ein Theil der Sehne im Längsschnitt, *b*. Muskelfasern mit leicht conischen oder abgestutzten Enden an die innere Fläche der Sehne in Grübchen befestigt, an deren Rand das *Perimysium internum c*. sich ansetzt. *B*. Flächenansicht. *a*. Sehne, *b*. Muskelfasern mit Enden, *c*. Grübchen, in denen einige entfernte Fasern sassen.

gerundet, und setzen sich unter mehr oder weniger spitzen Winkeln an die Flächen der Sehnen und Aponeurosen und an die Ränder der ersteren an. In diesen Fällen, wo die Elementartheile der beiderlei Gebilde einer ganz verschiedenen Richtung folgen, kann natürlich nicht von einem continuirlichen Zusammenhange beider, sondern nur von einem Aneinanderstossen derselben die Rede sein, nichts destoweniger ist die Verbindung auch hier eine recht innige. Es senken sich nämlich, wie ich finde, die Enden der Primitivbündel in kleine Grübchen der Sehnenoberfläche ein, während zugleich auch das Bindegewebe zwischen denselben (*Perimysium internum*) continuirlich in dasjenige der Oberfläche der Sehne übergeht. Am besten überzeugt man sich von diesen Verhältnissen an Muskeln, die lange Zeit in Spiritus lagen oder an gekochten. An solchen lassen sich mit Leichtigkeit von der Innenfläche einer Aponeurose oder platt auslaufenden Sehne theils Muskelfasern für sich allein, theils mit dazu gehörenden Sehnenpartikelchen ablösen und bei der mikroskopischen Untersuchung die Enden der Muskelfasern, ihre Verbindung mit der Sehne und die Grübchen, in denen ihre Enden stecken, wahrnehmen. Senkrechte Schnitte solcher und getrockneter Muskeln vervollständigen das Bild. — Noch erwähne ich, dass das Verhalten des Sarcolemma am Ende der Muskelfasern in vielen der letzteren Fälle nicht zu erkennen ist, jedoch habe ich in einigen, wo die erwähnte Hülle zufällig von den Primitivfasern sich abgelöst hatte, ihre schlauchförmige blinde Endigung mit Bestimmtheit gesehen.

Ueber das Vorkommen der zwei beschriebenen Verbindungsweisen von Sehnen und Muskeln fehlen mir noch manche Daten. So viel ist gewiss, dass überall, wo Muskelbündel und Sehnen schief aneinanderstossen, nur eine Contiguität derselben und freie Enden der Muskelfasern sich finden, mithin bei allen halb und ganz gefiederten Muskeln, bei denen, deren Ansatzsehnen membranös beginnen (*Soleus, Gastrocnemius* z. B.) und die von den Flächen von Fascien, Knochen und Knorpeln entspringen. Wo dagegen Aponeurosen oder Sehnen mit ihren Elementen geradlinig an Muskeln anstossen, kommt vorzugsweise ein wirklicher Uebergang der Sehnenbündel in Muskelfasern vor, doch nicht immer, denn man findet öfter auch bei scheinbar geradlinigem Uebergang von Muskeln in Sehnen eine schiefe Ansetzung der ersteren mit freien Enden, jedoch unter sehr spitzen Winkeln, so namentlich da, wo Sehnen tief ins Muskelfleisch hineingehen und hier in einzelne Bündel sich zertheilen. Nach dem was ich bisher gesehen habe, gibt es viele Muskeln, bei denen alle mit Sehnen verbundenen Bündel frei beginnen oder enden und wohl kaum einen, bei dem dies nicht bei einer grösseren oder geringeren Zahl von Bündeln der

Fall ist, woher es denn auch vorzüglich herzuleiten ist, dass die Sehnen meist einen viel geringeren Durchmesser haben als die Muskeln.

Ausser mit Muskeln verbinden sich die Sehnen auch noch mit Knochen, Knorpeln, fibrösen Häuten (*Sclerotica*, *Vagina nervi optici*, Sehnen, die in Fascien ausgehen), Bändern und Synovialhäuten (*Subcruralis* z. B.). Mit den erstgenannten Theilen geschieht die Vereinigung entweder indirect, unter Mithülfe des *Periosteum* und *Perichondrium*, in deren gleichartige Elemente die Sehnenfasern meist continuirlich überzugehen oder sie zu verstärken scheinen oder direct. Im letztern Falle (*Tendo Achillis*, Sehne des *Quadriceps*, *Pectoralis major*, *Deltoideus*, *Latissimus*, *Iliopsoas*, *Glutaei* etc. etc.) stossen die Sehnenbündel unter schiefen oder rechten Winkeln an die Oberfläche der Knochen und haften ohne Mithülfe von *Periost*, das an solchen Stellen gänzlich mangelt, allen Erhebungen und Vertiefungen derselben genau an (Fig. 64.). Von blossem Auge, so wie bei den stärksten Vergrösserungen erkennt man in solchen Fällen als Grenze zwischen beiden Gebilden eine scharfe, dunkle, wellenförmige Linie und überzeugt sich ausserdem noch durch das Mikroskop, dass die Sehnen da, wo sie an den Knochen grenzen, in einer gewissen Ausdehnung häufig isolirte oder in kleinen Reihen beisammenliegende zierliche Knorpelzellen enthalten, eine Thatsache, deren Bedeutung unten in der Entwicklungsgeschichte der Knochen erörtert werden wird. Ausnahmsweise sah ich auch die Sehnenfibrillen an ihrer Grenze gegen den Knochen mit Kalksalzen in Gestalt von Körnchen ganz incrustirt (verknöchert). In fibrösen Häuten verlieren sich die Sehnen ganz unmerklich, ohne Unterbrechung der Continuität, wie am besten z. B. die Aponeurose des Biceps, gewisse Theile der Sehnen des *Pectoralis major*, des *Latissimus*, des *Glutaeus maximus* bei ihrem Uebergange in die Fascien des Armes und Oberschenkels lehren.

Fig. 64.



Fig. 64. Ansatz der Sehne des *Flexor brevis hallucis* an das eine Sesambein, 50 mal vergr. *A*. Knochen. *B*. Sehne.

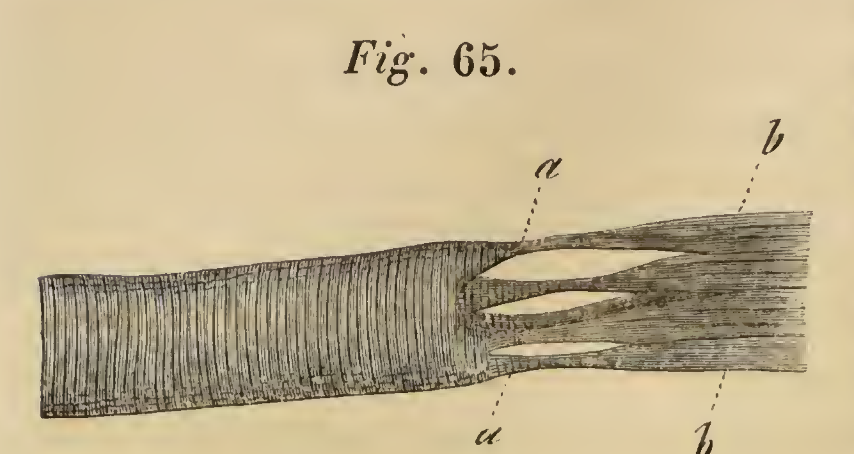
Die Verbindung der Muskeln und Sehnen, die seit den classischen Untersuchungen von *Dubois-Reymond* (l. i. c.), welche lehren, dass die electrischen Ströme in den Muskeln von der Oberfläche der Muskelfasern zu ihren Enden an den Sehnen oder vom künstlichen Längsschnitte zum künstlichen Querschnitte gehen, auch physiologisch wichtig geworden ist, wird, obschon im Ganzen noch wenig untersucht, doch von den Autoren sehr verschieden geschildert und namentlich von der einen Seite ein directes Ineinanderübergehen der Elemente beider Organe, von der andern nur ein Ineinandergreifen, eine Apposition derselben gelehrt. Für das letztere Verhalten drückte sich von älteren Autoren zuerst *Fontana* (*Venin de la vipère II. pg.* 234) bestimmter aus, indem er sagt: „*J'ai vu les faisceaux charnus se terminer charnus et finir ainsi leur cours, et j'ai vu les faisceaux tendineux primitifs s'insinuer entre les faisceaux charnus, mais non point former un tout avec eux. En un mot les uns ne finissent pas ou les autres commencent; mais ils s'insinuent les uns dans les autres comme les dents de deux roues, qui s'engrènent et montent les unes sur les autres et ce sont surtout les fils tendineux, qui s'avancent très loin parmi les fils musculaires.*“ Von neueren Autoren stimmen Alle, die nur eine Apposition von Sehnen- und Muskelelementen annehmen mit *Fontana* darin überein, dass die Muskelfasern wirkliche und zwar kegelförmige Enden haben, welches Verhalten auch mehrfach abgebildet wird, wie von *Treviranus* (*Beitr.* Heft 4, Fig. 59.), *Gerber* (Tab. III, Fig. 51.), *Gurlt* (Tab. I, Fig. 14.), *Arnold* (Tab. IV, Fig. 8.), *Günther* (Tab. III, Fig. 3.), *Bendz* (Tab. V, Fig. 11.), *Langenbeck* (Tab. VII, Fig. 16, 17, 18.), dagegen wird die Art der Befestigung der Sehnen an diese Muskelfasern etwas verschieden dargestellt. Nach *Gerber* (pg. 131) und *Günther* (pg. 383) setzen sich die Sehnenfasern an den ganzen zugespitzten Endkegel der Muskelfasern an, während nach *Valentin* (*Nova Acta* Tom. XVIII. P. I. pg. 118 und *Art. Geweb.* in *R. Wagner's Handwörterbuch der Phys.* I. pg. 714) die Enden der Muskelfasern von den Sehnenfasern in ihrem ganzen Umkreise umfasst werden, wie wenn ein Finger der einen Hand von den fünfen der andern circulär umschlossen wird. Diese Ansicht verficht auch *Bruns* (pg. 332), indem er noch hinzusetzt, dass die Sehnenfasern sich nicht immer ringsherum, sondern auch nur an einer einzelnen Stelle ansetzen und zum Theil auch in die Bindegewebsfasern zwischen den einzelnen Muskelbündeln sich fortsetzen, auf welch' letzteres Verhältniss *Treviranus* (*Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen u. Gesetze des organischen Lebens*, Bd. I. Heft 2. pg. 38), *Bendz* (pg. 388), *Arnold* (I. pg. 253) grösseres Gewicht legen, indem sie die Sehnenfasern die Muskelfaserenden ringsherum umfassen und mehr oder weniger weit zwischen dieselben sich fortsetzen lassen. — Ein directer Uebergang von Sehne in Muskel wird nur von *Ehrenberg* und *Reichert*, jedoch in sehr verschiedener Weise angenommen. Ersterer gibt (*Abhandl. d. Berl. Akad.* 1834, pg. 706 Anm.) als Resultat vieljähriger, zweifelvoller Beobachtung, dass die Muskelprimitivfasern direct in Sehnenfasern übergehen, während *Reichert* (*vergl. Beobacht. über das Bindegewebe*, pg. 77 u. f.) beim Flusskrebs die hier structurlosen Sehnen gegen die Muskelfasern hin allmälig zu cylinderförmig gestalteten Schläuchen sich

entfalten und über die Oberfläche der primitiven Muskelbündel hinziehen lässt, um zur primitiven Scheide oder dem Sarcolemma derselben zu werden, das mithin eine unmittelbare Fortsetzung der Sehne ist, während die Fibrillen ohne Verbindung mit derselben für sich bestehen.

Meine Ansicht von dem Verhalten der Sehnen und Muskeln kommt derjenigen von *Bowman* (*Cyclop. of Anat. Art. Muscle*, *Todd-Bowman Phys. Anat. I. pg.* 156.) am nächsten. Derselbe sagt: „Iede Muskelfaser ist an fibröses Gewebe oder etwas demselben Analoges geheftet, jedoch gibt eine genaue Untersuchung dieses schwierigen Gegenstandes der verbreiteten Ansicht, dass dieses Gewebe über die ganze Muskelfaser von dem einen Ende derselben bis zum andern als ihre Bindegewebsscheide sich erstrecke, keine Stütze. Trotz vieler Bemühungen ist es mir bei Säugethieren und Vögeln niemals gelungen, eine Muskelfaser mit den zu ihr gehörigen Sehnenfibrillen zu isoliren; wohl aber gelingt dies gelegentlich bei Fischen und gewissen Muskeln von Insecten. Hier sieht man die Muskelfasern mit einer abgestutzten Scheibe endigen und mit der ganzen Oberfläche dieser Scheibe ist das Sehnenbündel vereint und zusammengekettet (*is connected and continuous*). Das Sarcolemma endet plötzlich am Rande der erwähnten Endscheibe und hier scheinen einige wenige Sehnentheilchen sich mit ihm zu verbinden. Dieselbe Anordnung sieht man sehr deutlich in den Beinen gewisser Insecten. Andere Male, wenn die Muskeln schief an Häute befestigt sind, ist jede Faser, je nach ihrer Neigung, an ihrem Ende mehr oder weniger schief abgeschnitten, wovon in den Extremitäten von Krustenthieren und anderwärts sich Beispiele genug finden.“ Soweit *Bowman*. Wie man sieht, hat derselbe schon ziemlich deutlich beide von mir geschilderten Verbindungsweisen der Muskelfasern und Sehnen erwähnt, deutlicher die, wo beide in Continuität stehen, als die, wo sie nur in Contiguität sich befinden, welche letztere übrigens *E. H. Weber* schon und, wie es scheint, allein von allen Früheren gekannt hatte, indem er (I. pg. 357) sagt, dass wo die Fleischbündel in schiefer Richtung in eine Sehne sich einpflanzen, an die Seitenfläche eines einzigen Sehnenbündels viele Fleischbündel sich ansetzen. Das Continuitätsverhältniss betreffend, so stimmen *Bowman*, dem *Sharpey* (l. c. pg. CLXX), *Carpenter* (*Physiology* pg. 180, Fig. 73) und *Gerlach*, nicht in seiner Beschreibung, aber in der Abbildung (l. c. pg. 111, Fig. 43), durchaus folgen, und ich fast gänzlich überein, namentlich in Betreff des Mangels des Sarcolemma, da wo das Sehnenfascikel an das Ende des Muskelbündels sich anheftet und des directen Aneinanderstossens von Sehnen und Muskeltheilchen; was dagegen das Verhalten der oberflächlichsten Sehnenfäserchen und des Sarcolemma anlangt, so habe ich oben bemerkt, dass ich mich über dasselbe nicht mit Bestimmtheit ausdrücken kann, so wenig als über die Frage, ob in diesen Fällen Sehnen und Muskelfibrillen in Contiguität oder Continuität stehen. Eine Verbindung der Sehne mit dem Sarcolemma, wie *Bowman* es will, oder selbst eine Continuität im *Reichert*'schen Sinne, möchte allerdings vorhanden sein, wenigstens sieht man nie ein freies Ende der Muskelscheide; dagegen muss ich für den Menschen mit Bestimmtheit läugnen, dass irgendwo die Sehnenbündel nur mit dem Sarcolemma zusammenhängen, wovon ich auch beim Flusskrebs mich nicht überzeugen konnte,

während andere Geschöpfe mit Sicherheit dasselbe mir darboten wie der Mensch, so namentlich der Frosch, an dessen Larven man bei geringer Pigmententwicklung im Schwanze ganz deutlich die Verbindungsstellen von Muskeln und Sehnen übersieht. Hier (Fig. 65.) zeigt sich ausserdem noch das Eigenthümliche, dass (ob bei allen Bündeln, weiss ich nicht) viele Muskelprimitivbündel an ihrem Ende in 3 bis 5 Zacken sich theilen, von denen jede, gerade wie ich es vom Menschen schilderte, mit einem Sehnenbündelchen zusammenhängt. Auch an den Rumpfmuskeln des Stockfisches sah ich den continuirlichen Zusammenhang von Sehne und Muskel sehr schön, ja bei der Kürze der Muskeln übersah ich hier viele Muskelfasern in ihrer ganzen Länge sammt den Sehnenbündeln an beiden Enden. Noch bemerke ich, dass das erlangte Resultat dem Schlusse *Reichert's*, dass das Sarcolemma, weil mit Bindegewebe continuirlich verbunden, Bindegewebe sei, keineswegs günstig lautet, denn einmal sind, wo die Muskelfasern schief an Sehnen anstossen, die Scheiden derselben ganz geschlossen und mit den Sehnenelementen nicht in Continuität und zweitens gehen, wo Sehnen und Muskeln gerade ineinander sich fortsetzen, so weit als die menschliche Sehkraft reicht, nicht blos das Sarcolemma, sondern auch das ganze Fibrillenbündel direct in die Sehnenelemente über.

Fig. 65.



§. 74.

Muskelbinden. Die Muskelbinden, *Fasciae*, sind faserige Häute, welche einzelne Muskeln oder ganze Muskelgruppen sammt ihren Sehnen umhüllen, vielfach mit Sehnen und mit Knochen in Verbindung stehen und über ganze grosse Körperregionen, worüber die Handbücher der speciellen Anatomie nachzulesen sind, continuirlich sich erstrecken. Dieselben dienen verschiedenartigen Zwecken und haben 1) die Bedeutung von Sehnen und Aponeurosen, da, wo Muskelfasern von ihnen entspringen (*Fascia temporalis, F. antibrachii* (oben), *F. subscapularis*, *supra- et infraspinata*, *Aponeurosis sic dicta plantaris et palmaris, F. cruris* oben, *F. glutaea*, *Lig. intermuscularia* zum Theil), oder Sehnen an sie sich ansetzen (Sehnen des *Pectoralis major*, *Deltoideus*, *Biceps*, *Palmaris longus*, *Psoas minor*, *Tensor fasciae latae*, *Glutaeus maximus*, *Sartorius*, *Gracilis*, *Biceps femoris*, *Semitendinous* etc.), 2) von Bändern einmal da, wo sie als straffe Scheidewände zwischen den verschiedenen Muskelgruppen bis zu den Knochen dringen (*Lig. intermus-*

Fig. 65. Primitivbündel eines quergestreiften Muskels aus dem Schwanze einer Froschlarve in 4 Zacken *a.* auslaufend, die mit eben so viel Sehnenbündelchen *b.* zusammenhängen.

cularia), ferner, wo sie zwischen Muskeln und Haut sich legen (*Aponeurosis palmaris et plantaris*), endlich wo sie Sehnen befestigen (*Lig. carpi volare commune*, *Lig. carpi dorsale*, *Lig. transversum, cruciatum, laciniatum internum et externum*), 3) von elastischen Membranen, wo sie, ohne mit Knochen und Sehnen verbunden zu sein, einfach einzelne Muskeln und Muskelgruppen und deren Sehnen umhüllen, doch ohne dieselben in ihren Bewegungen zu hindern (*Fasc. antibrachii* untere Hälfte, *humeraria* zum Theil, *cervicalis* grösstentheils, *iliaca*, *glutaea* hinterer Theil, *lata* innerer Theil).

Je nach den verschiedenen Zwecken, denen die Fascien dienen, haben dieselben auch einen verschiedenen Bau, nämlich einerseits den der Sehnen, anderseits den der elastischen Häute. Im ersteren Falle sind sie weiss und glänzend und bestehen aus wellenförmig verlaufenden, in primäre und secundäre Bündel verschiedener Stärke gruppirten Fibrillen, die entweder nur nach einer Richtung ziehen oder in zweien oder mehreren sich kreuzen und durchaus kein stärkeres elastisches Gewebe, wohl aber verlängerte Kerne in verschiedener Zahl, manchmal auch einige, meist isolirte, kurze Kernfasern und hie und da reihenweise gestellte kernhaltige Zellen zwischen sich führen. Im zweiten Falle haben sie nur matten Glanz und eine mehr gelbliche Farbe, zeigen genau dieselbe Zusammensetzung, die ich oben im §. 7. als den der *Fascia superficialis* geschildert

Fig. 66.

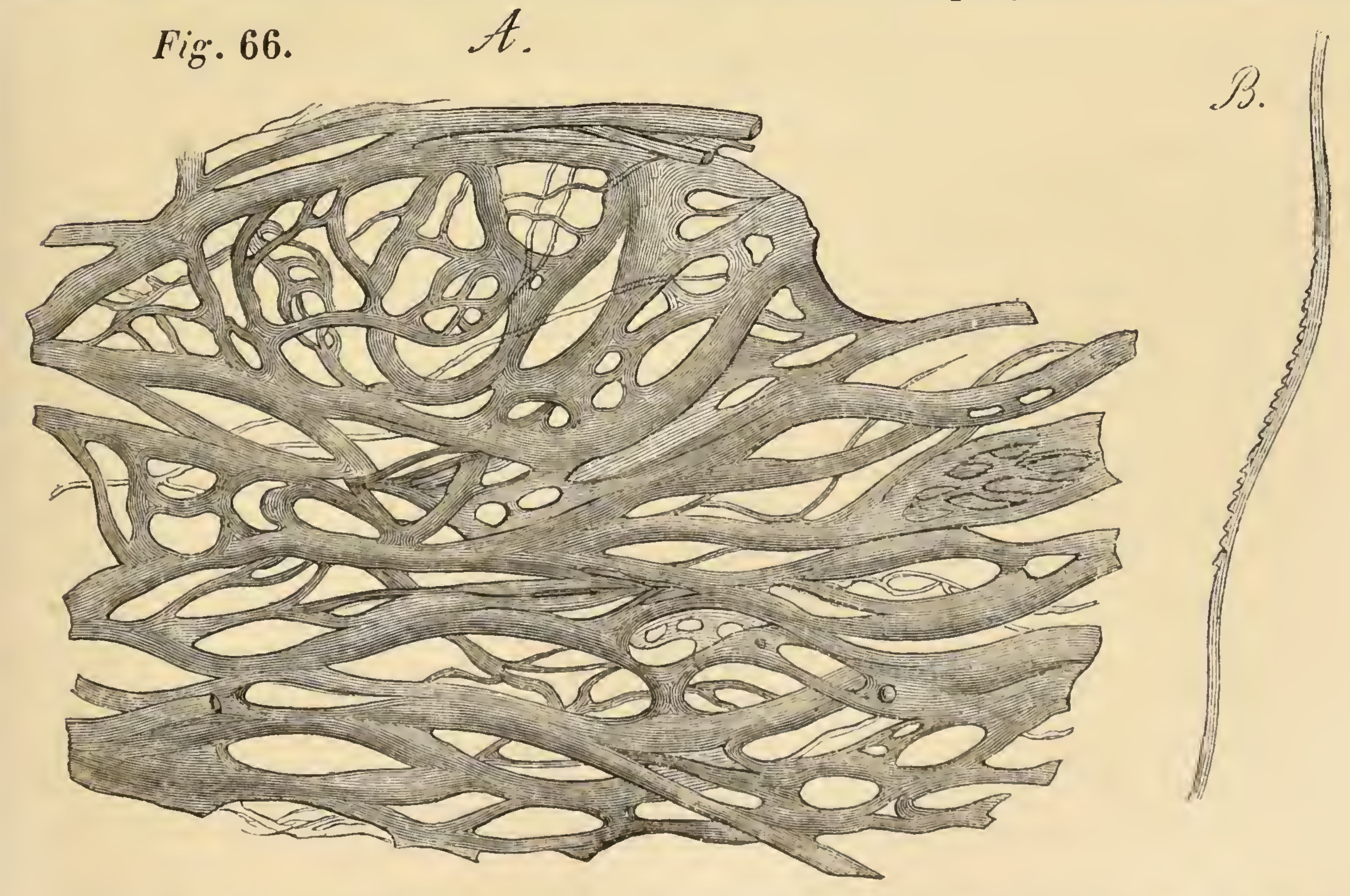


Fig. 66. *A*. Elastische Fasern aus dem innern Theil der *Fascia lata* des Menschen, dicht verflochten, und eine elastische Membran darstellend, 450mal vergr. *B*. Eine elastische Faser mit sägenförmigem Rand, wie man sie auch hie und da in der *Cutis* sieht.

habe, und enthalten ungefähr zu gleichen Theilen Bindegewebe und elastisches Gewebe. Ersteres erscheint ungefähr in gleicher Weise, wie in den mehr sehnigen Theilen der Fascien; letzteres ist verschieden in Bezug auf Menge und Ausbildung und kommt in fast allen Formen vor, von einem lockeren Kernfasermaschenwerk bis zu einem ungemein dichten, aus den stärksten elastischen Fasern gewobenen Netze, welches besondere elastische Lamellen zwischen dem Bindegewebe, oft mit grosser Annäherung an die elastischen Membranen der Arterien, bildet.

In Betreff des Vorkommens dieser beiderlei Fascien, so ist noch specieller zu bemerken, dass sehr selten eine grössere Fascie auch nur eines Muskels überall denselben Bau darbietet, sondern fast ohne Ausnahme an gewissen Stellen ein mehr sehniges, an anderen mehr elastisches Gewebe und zwischen beiden eine Menge Uebergänge zeigt. Sehnig sind die Fascien überall da, wo behufs mechanischer Zwecke ein derbes unnachgiebiges Gewebe vonnöthen war, demnach 1) an ihren Ursprüngen von Knochen (*Cristae tibiae, Linea aspera oss. femoris* etc.), 2) da wo Muskelfasern von ihnen entspringen und sie die Bedeutung von Aponeurosen haben, 3) wo Sehnen in sie ausstrahlen und sie selbst wie Endsehnen wirken, 4) wo sie mit verdickten Stellen Bänder vertreten. Mehr oder weniger elastisch zeigen sich dagegen die Muskelbinden, wo ihre Bedeutung die ist, eine zwar feste, aber den Muskeln bei ihren verschiedenen Formveränderungen genau sich anschmiegende Hülle zu bilden, also vorzüglich in der Mitte der Glieder.

Die *Membranae interosseae* (Vorderarm, Unterschenkel, Hüftbeinloch), die man gewöhnlich nicht zu den Fascien rechnet, haben offenbar nicht die Bedeutung von Bändern der Knochen, sondern dieselbe wie die *Lig. intermuscularia.* — Die *Aponeuroses plantaris et palmaris* dienen zum Theil als Sehnen für die kleinen Hand- und Fussmuskeln, vorzüglich aber als Bänder zur Fixirung der Beugesehnen, analog dem *Lig. cruciatum*, *carpi dorsale* etc. In ihnen lässt sich selbst beim Erwachsenen die ganze Entwicklungsreihe der Kernfasern nebeneinander studiren. Zwischen den Bindegewebsbündeln finden sich nämlich hie und da gerade Reihen von 10, 20 und mehr dicht beisammen stehenden, länglich runden Zellen von 0,006 bis 0,012‴, mit runden Kernen und 2—6 kleinen dunklen Fettkörnchen; dann gehen die Zellen verloren, die Kerne, die bei Essigsäurezusatz etwas gelblich erscheinen, werden länger und immer länger, gestalten sich zu langen, schmalen, geraden oder leicht gebogenen Fasern und stossen endlich zu langen Kernfasern aneinander, welche jedoch im Ganzen genommen selten sind. Die verlängerten Kerne stehen nicht immer in gerader Linie hintereinander, sondern oft schief und zwar nach verschiedenen Richtungen. So entstehen geschlängelte Kernfasern, die auch ausgebildet noch von einzelnen Fettkörnchen umgeben sind und wie in Lücken des Bindegewebes liegen. Demnach gestalten sich hier die Kernfasern nicht aus den Kernen der

Zellen, die das Bindegewebe bilden, sondern denen besonderer Zellen von ephemerer Natur, was, wenn es allgemeine Geltung hätte, begreiflich machen würde, dass Kernfasern auch secundäre Bindegewebsbündel spiralig umgeben und ohne Bindegewebe vorkommen (membranartig ausgebreitete Kernfasernetze).

§. 75.

Hülfsorgane der Muskeln und Sehnen. *A.* Bänder der Sehnen, *Lig. tendinum.* Die Sehnen werden durch verschiedenartige Bänder in ihrer Lage erhalten. Ausser gewissen der schon erwähnten, bandartig gebildeten Theilen von Fascien, welche, indem sie an Knochen sich ansetzen, Sehnen röhrenförmig umgeben oder sonst befestigen (*Lig. carpi volare commune*, *Lig. carpi dorsale*, *cruciatum pedis*, *laciniatum externum et internum*), kommen solche sogenannte Sehnenscheiden (*Lig. vaginalia tendinum*) auch selbstständig vor, wie z. B. an den Sehnen der Finger- und Zehenbeuger, wo dieselben aus vielen hintereinanderliegenden, die hier vorkommenden Schleimscheiden verstärkenden Bändchen bestehen. Andere Bänder, die man ebenfalls passend zu den Sehnenscheiden rechnen kann, befestigen, von Knochen zu Knochen gehend, ganze Sehnengruppen (*Lig. carpi vol. proprium*) oder einzelne Sehnen (*Trochlea*), noch andere endlich ziehen im Innern von Synovialscheiden und Schleimbeuteln in Gestalt platter oder drehrunder Bändchen von Knochen oder Weichtheilen gerade an Sehnen, *Retinacula tendinum*, Haltbändchen der Sehnen.

B. Schleimbeutel und Schleimscheiden, *Bursae mucosae* und *Vaginae synoviales.* Wo Muskeln oder Sehnen an Hartgebilden (Knochen, Knorpeln) oder an andern Muskeln, Sehnen und Bändern bei ihren Bewegungen sich reiben, finden sich zwischen den betreffenden Gebilden mit einer kleinen Menge zäher Flüssigkeit erfüllte Räume, welche die Anatomen als von einer besondern Membran, einer Synovialhaut, ausgekleidet zu betrachten gewohnt sind. Diese soll geschlossene Säcke von rundlicher oder länglicher Form bilden, welche entweder einfach die einander zugewendeten Seiten von Knochen und Sehnen, Knochen und Muskeln u. s. w. bekleiden, Schleimbeutel, *Bursae mucosae*, oder in Gestalt von doppelten, jedoch zusammenhängenden Röhren, einmal die Oberfläche der Sehnen und zweitens die Oberfläche der Theile, zwischen denen dieselben sich bewegen, überziehen, Schleimscheiden, *Vaginae synoviales.* Das Wahre an der Sache ist das, dass nur die wenigsten dieser Räume von einer zusammenhängenden Membran überzogen sind, die meisten an vielen Stellen einer solchen entbehren. Die

Schleimbeutel anlangend, so sind die der Muskeln (*Psoas*, *Iliacus*, *Deltoideus* etc.) noch am ehesten als zusammenhängende Säcke zu betrachten, die der Sehnen dagegen lassen nur stellenweise eine Membran erkennen und ermangeln gerade an den sich berührenden Stellen der aneinander hingleitenden Theile einer solchen fast ganz. Ebenso verhält es sich auch bei den Synovialscheiden, unter denen nur die gemeinschaftlichen der Finger- und Zehenbeuger noch einigermassen ein Bild eines sogenannten serösen Sackes gewähren, obschon auch hier viele Stellen der Sehnenoberfläche frei von jeder häutigen Bekleidung sind. Demgemäss bedarf hier, wie an so vielen andern Orten, die alte Lehre von dem Vorkommen zusammenhängender seröser Säcke einer gründlichen Verbesserung.

Gefässfortsätze der Synovialscheiden. In den meisten Synovialscheiden und in manchen Schleimbeuteln finden sich hie und da, namentlich an den *Retinacula*, kleinere oder grössere röthliche, fransenartige Fortsätze, die ganz an die der Gelenke erinnern und auch in der That nichts als gefässführende Anhänge der Synovialhaut sind.

C. Faserknorpel und Sesambeine. Die Sehnen einiger Muskeln (*Tibialis posticus*, *Peronaeus longus*) enthalten da, wo sie in Sehnenscheiden verlaufen, derbere, halbknorpelartige Massen eingewebt, welche unter dem Namen Sesamknorpel, *Fibrocartilagines sesamoideae* bekannt sind, und wenn sie, wie es hie und da geschieht, verknöchern, zu Sesambeinen (*Ossa sesamoidea*) werden, wie sie normal an den Sehnen einiger Finger- und Zehenbeuger in die Sehnen eingewebt und mit einer Fläche nach einer Gelenkhöhle gerichtet vorkommen.

Ueber den feineren Bau der genannten Theile ist Folgendes zu bemerken. Die Sesambeine bestehen aus gewöhnlicher feinzelliger Knochensubstanz, sind an ihrer einen Seite von Sehnensubstanz oder Bandmasse dicht umschlossen, und an der andern, in eine Gelenkhöhle hineinragenden mit einer dünnen Lage von Knorpelsubstanz versehen. In den übrigen Hülfsorganen der Sehnen spielt das Bindegewebe eine Hauptrolle, während die elastischen Fasern sehr zurücktreten; ausserdem kommen in denselben noch Knorpel-, Epitel- und Fettzellen nach ziemlich bestimmten Gesetzen vor. Die Bänder der Sehnen besitzen entsprechend ihrer Function ganz den festen Bau der sehnigen Stellen der Fascien und der Sehnen selbst, und zeigen hie und da in Bildung begriffene Kernfasern in derselben Weise, wie es im vorhergehenden §. von der *Aponeurosis palmaris* geschildert wurde. Zarter gebaut sind die *Retinacula tendinum*, die mehr den Zweck haben, Gefässe zu den Sehnen zu leiten und demnach vorzüglich lockeres Bindegewebe mit Kernfasern und auch Fettzellen enthalten. Die Schleimbeutel, die ohne Ausnahme dünnwandig sind,

bestehen, insofern sie eine besondere Membran besitzen, aus verschiedentlich sich kreuzenden, locker vereinigten, an manchen Orten anastomosirenden Bündeln von Bindegewebe, mit einer oft nicht unbeträchtlichen Zahl von isolirten oder netzförmig vereinten oder umspinnenden Kernfasern, während die Schleimscheiden, entsprechend ihrer doppelten Verrichtung hier als Schleimbeutel, dort mit Sehnenscheiden verbunden als Sehnenbänder, an ihren dünneren Stellen den Bau der *Bursae mucosae*, an ihren dickeren reines, derbes Bindegewebe, oft mit reihenweise gestellten Zellen, deren Kerne in Kernfasern übergehen, besitzen. An ihrer innern Oberfläche sind beiderlei Säcke, sammt den in ihnen liegenden oder sie sonst begrenzenden Theilen, wie ich an einem andern Orte schon gezeigt habe (*Ueber den Bau der Synovialhäute in den Zürcher Mittheilungen* 1847, pg. 94), nur stellenweise von Epitelium überzogen, das aus einer, meist einfachen Lage kernhaltiger Zellen besteht, die, weil sie meist sehr fest verbunden sind, nicht leicht sich isoliren lassen, und wo dies gelingt als polygonal, 0,004 — 0,007‴ gross, mit rundlichen, leicht abgeplatteten Kernen von 0,0025—0,003‴ und einigen kleinen Fettkörnchen sich ergeben. Die eines Epitels entbehrenden Stellen sind:

1) Viele Theile der Schleimscheiden und gewisse der Schleimbeutel selbst, die durch matten Glanz und gelbliches Ansehen sich auszeichnen, so an den Schleimscheiden der Finger- und Zehenbeuger die Stellen, die in der Höhe der Gelenke und *Lig. vaginalia* liegen, an der des *Tibialis anticus*, namentlich die in der Höhe des *Lig. cruciatum*, ebenso beim *Extensor dig. comm. longus* und *Peronaeus tertius*, an denen der Extensoren der Hand und Finger die unter dem *Lig. carpi dorsale* liegenden. Viele epiteliumlose Stellen haben die Scheiden des *Peronaeus longus* und *Tibialis posticus* fast überall, wo die Sehnen dieser Muskeln an Knochen vorbeigehen und auch sonst. Die gemeinschaftliche Scheide der Fingerbeuger besitzt überall Epitel; dasselbe gilt von den Schleimbeuteln, in denen nur gewisse schleifenartige, ausser der eigentlichen *Bursa* die Sehnen noch umhüllende Bänder keinen Zellenüberzug zeigen, wie hie und da beim *Subscapularis*, *Poplitaeus* u. s. w.

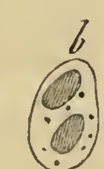
2) Gewisse Theile der in Synovialscheiden und Schleimbeuteln liegenden Sehnen, die ebenfalls matt und gelblich aussehen, so die dem Anheftungspuncte der *Retinacula tendinum* abgewendeten Stellen, die mit Faserknorpeln versehenen (*Peronaeus longus*, *Tibialis posticus*), die in der Höhe der derbsten Stellen der Sehnenscheiden befindlichen. Beobachtet habe ich solche Stellen ausser an den Sehnen der genannten zwei Muskeln an denen aller übrigen Hand- und Fussmuskeln, des *Gracilis*,

Sartorius, Semitendinosus, Semimembranosus, Biceps, Gastrocnemius (Ursprungssehnen), *Poplitaeus*, so dass ich Fälle, wo eine Sehne in einem Synovialbeutel durchweg Epitel besitzt, wohl als die selteneren bezeichnen darf. In der That habe ich so etwas bisher nur gefunden an der Sehne des *Quadriceps femoris* und des *Extensor hallucis longus.*

3) Selten einzelne Theile der *Retinacula tendinum* und der, wie im grossen Synovialsacke der *Vola manus,* die Sehnen untereinander verbindenden Bändchen.

Alle eben beschriebenen nackten, eines Epitelium entbehrenden Stellen innerhalb der erwähnten Synovialsäcke besitzen, wie ich in Folge vieler Beobachtungen zu schliessen berechtigt bin, ohne Ausnahme fast in ihrem ganzen Umfange, die Natur von Faserknorpeln, indem dieselben zwischen ihrem an Kernfasern meist armen, derben Bindegewebe eine grössere oder geringere, oft sehr bedeutende Zahl von Knorpelzellen enthalten (Fig. 66). Diese verhalten sich sowohl in Bezug auf Form und Grösse als auf Lagerung sehr verschieden. Erstere anlangend, so sind runde, dunkelcontourirte, jedoch keineswegs dickwandige Zellen von 0,006—0,012‴, mit rundem oder rundlichlänglichem Kern von 0,003‴ und heller Flüssigkeit mit oder ohne einige kleine dunkle Fettkörnchen weitaus die häufigsten. Daneben kommen noch vor: längliche Zellen mit 1 oder 2 Kernen, runde zartwandige Zellen mit 1, 2—20 dunkelcontourirten, dickerwandigen Tochterzellen, die Mutterzellen bis auf 0,02—0,03‴ messend, endlich längliche Zellen mit concentrischen Ablagerungen, einen Kern oder kernhaltige Tochterzelle einschliessend. In den Sehnen finden sich fast ausschliesslich die einfacheren Formen und zwar sind hier die Zellen, obschon oftmals recht zahlreich, doch meist isolirt, oder höchstens in Reihen oder Gruppen von 2—6 zwischen dem Bindegewebe sowohl oberflächlich als auch in der Tiefe enthalten; meist wechselt hier gewöhnliches Bindegewebe mit knorpelzellenführendem (Faserknorpel) ab, so dass die Sehne auf dem Querschnitte ein gesprenkeltes, weisses und gelbliches Ansehen zeigt, oder es ist auch nur die Oberfläche der Sehne knorpelhaltig, die tiefern Theile dagegen wie gewöhnlich beschaffen. Wo die eingelagerten Knorpelzellen recht zahlreich sind, finden sich die Sehnen verdickt, constant z. B. beim *Tibialis posticus*, *anticus*, *Peronaeus longus*, oder selbst wie mit besonderen faserknorpe-

Fig. 66.



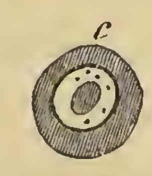
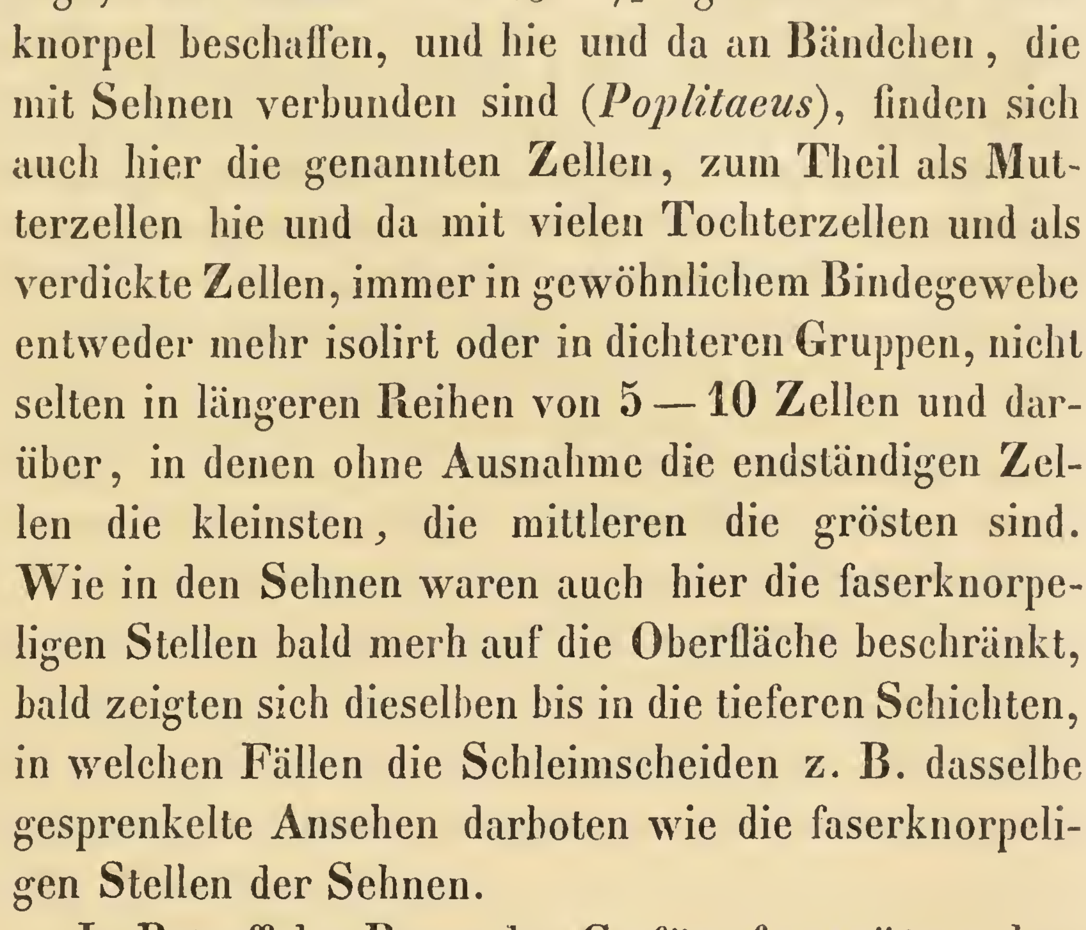




Fig. 66. Knorpelzellen aus scheidenartigen, die Sehne des *Poplitaeus* umgebenden Bändchen, 350mal vergr. *a.* Zelle mit einem, *b.* mit zwei Kernen, *c.* Zelle mit einer, *d.* mit zwei Tochterzellen, beide Mutterzellen mit etwas dickerem Inhalt.

ligen Massen besetzt (*Peron. longus, Tib. posticus*). In den Schleimscheiden und den übrigen genannten Theilen ist das Vorkommen der Knorpelzellen bald dasselbe wie in den Sehnen, bald ein etwas complicirteres. Wenige Fälle ausgenommen, in denen ächte Knorpelsubstanz vorkommt, wie constant am *Os cuboideum*, da wo die Sehne des *Peronaeus longus* liegt, eine Schicht von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}'''$ gerade wie Gelenkknorpel beschaffen, und hie und da an Bändchen, die mit Sehnen verbunden sind (*Poplitaeus*), finden sich auch hier die genannten Zellen, zum Theil als Mutterzellen hie und da mit vielen Tochterzellen und als verdickte Zellen, immer in gewöhnlichem Bindegewebe entweder mehr isolirt oder in dichteren Gruppen, nicht selten in längeren Reihen von 5 — 10 Zellen und darüber, in denen ohne Ausnahme die endständigen Zellen die kleinsten, die mittleren die grösten sind. Wie in den Sehnen waren auch hier die faserknorpeligen Stellen bald merh auf die Oberfläche beschränkt, bald zeigten sich dieselben bis in die tieferen Schichten, in welchen Fällen die Schleimscheiden z. B. dasselbe gesprenkelte Ansehen darboten wie die faserknorpeligen Stellen der Sehnen.

Fig. 67.



In Betreff des Baues der Gefässfortsätze der Sehnenscheiden und Schleimbeutel verweise ich auf die Schilderung derer der Gelenke, die in allem Wesentlichen ganz mit ihnen übereinstimmen. Nur das will ich anführen, dass die der hier in Frage stehenden Synovialsäcke meist kleiner und weniger complicirt sind, jedoch ebenfalls gefässlose Anhänge und hie und da Knorpelzellen besitzen wie jene (Fig. 67).

Bekanntlich hat *Henle* (l. c. pg. 358 Anm. u. pg. 364) unter dem Namen unächte seröse Säcke die Schleimbeutel der Haut, der Muskeln und Sehnen, so wie die Schleimscheiden der letzteren von den ächten serösen Säcken (Gelenkkapseln, *Pleura* etc.) geschieden und dieselben einfach als epiteliumlose, flüssigkeithaltige Lücken oder Maschen von Bindegewebe charakterisirt, eine Ansicht, die zwar manche Anhänger fand, wie *Günther* (pg. 357), *Arnold* (I. pg. 218), der den genannten Theilen wenigstens das Epitelium abspricht u. m. A., auf der andern Seite aber auch

Fig. 67. Synovialfortsatz aus der einen *Bursa mucosa* des *Gastrocnemius*, 350 mal vergr. *a.* Dunkle Axe des Fortsatzes aus Bindegewebe bestehend, *b.* Epitel desselben nach aussen scharf begrenzt, *c.* vereinzelte Knorpelzelle in dem Fortsatz.

mehrfach und besonders von *Kohlrausch* (*Göttinger Anzeigen* 1843, St. 236) bestritten wurde. Was vor Allem das Epitelium der sogenannten unächten serösen Säcke anlangt, so wird ein solches theils in den gleichzeitig mit dem *Henle*'schen erschienenen Werken von *Gerber* (pg. 86) und *Bruns* (für die Schleimscheiden; die Schleimbeutel werden gerade wie von *Henle* geschildert) angenommen, theils von den Späteren, *Reichert* und *Bendz*, beschrieben. Ersterer (*M. Arch.* 1843, p. CCXXIX) glaubt in den Schleimbeuteln der Haut und denen der Muskeln von Hunden, Katzen und Kälbern ein Epitelium gefunden zu haben, jedoch war er nicht im Stande, dasselbe anders als eine vielfach gefaltete Membran mit länglichen Kernen zu unterscheiden. *Bendz* (pg. 141, 354, 358) fand bei Pferden und andern Hausthieren die fraglichen Beutel mit einem deutlich zelligen Epitel überzogen. Die hellen, platten, ovalen oder unregelmässig eckigen, 0,0004—0,0008 P. Z grossen (einige der Sehnenscheiden des Hundes massen selbst 0,0017—0,004 P. Z., die Kerne 0,0002—0,0003 P. Z., die Kernkörperchen 0,00005—0,0001 P. Z.), mit granulirten Kernen und einem dunklen Kernkörperchen versehenen Zellen desselben liessen sich durch Abschaben und Wasserzusatz leicht erkennen und bildeten meist nur eine einzige Lage von 0,00006—0,0001 P. Z. Dicke, seltener wie in Sehnenscheiden von Muskeln (und Gelenkkapseln) ein paar Schichten von einer Gesammtdicke von 0,0002—0,0005 P. Z. In Folge der Mittheilungen von *Kohlrausch* und *Reichert* nahm dann *Henle* die Sache wieder auf (*Jahresber. v. Canstatt* 1844, pg. 15 u. 16), fand in der That, dass die Scheiden der Beugesehnen an den Fingern ein Pflasterepitelium besitzen und zieht daher jetzt dieselben, nicht aber seine andern unächten serösen Säcke ausnahmsweise zu den ächten serösen Kapseln. Wenn dem so wäre, so müsste zwischen äusserlich ungemein nahestehenden Theilen wie zwischen den verschiedenen Sehnenscheiden eine Grenze gezogen werden. Ich glaube jedoch gezeigt zu haben, dass dem nicht so ist, und dass, wenn wir von den Schleimbeuteln der Haut abstrahiren, keiner der unächten serösen Säcke *Henle's* eines Epitelium gänzlich baar ist. Die Wahrheit liegt somit in der Mitte. Wir werden die Synovialsäcke des Muskelsystems nicht blosse Bindegewebsmaschen nennen können, obschon sie stellenweise denselben, den *Bursae mucosae subcutaneae* namentlich, sehr sich annähern, da sie ohne Ausnahme an gewissen Stellen Epitel haben, ebenso wenig aber auch dieselben ganz den serösen Säcken im engern Sinne (*Pleura, Peritonaeum* etc.) an die Seite stellen dürfen, da das Epitel mit wenigen Ausnahmen nie vollständig ist und auch die Bindegewebslage der *Serosa* fast überall stellenweise gänzlich fehlt, wie es übrigens schon *Henle* (l. c.) für die Synovialscheiden richtig angibt, indem er sagt, dass er sich nicht davon habe überzeugen können, dass dieselben aus zwei ineinandersteckenden Cylindern bestehen. Dem Gesagten zufolge gehören die Synovialsäcke des Muskelsystems und die Synovialkapseln, die ebenfalls nie ein vollständiges Epitel haben und ja oft mit Schleimbeuteln communiciren (*Quadriceps*, *Poplitaeus*, *Subscapularis* etc.) zusammen und weichen in einigen Puncten von den serösen Säcken ab, wobei jedoch nicht vergessen werden darf, dass zwischen beiden auch Uebergänge stattfinden, worüber in dem allgemeinen Theile ausführlicher gehandelt werden wird.

Auf das Vorkommen von Knorpelzellen in den verschiedenen an der Zusammensetzung der Synovialsäcke des Muskelsystems Antheil nehmenden Gebilden scheint (abgesehen von den Faserknorpeln der Sehnen) noch Niemand geachtet zu haben, um so mehr, da selbst *Henle* die Faserknorpel der Sehnenscheiden zu seinen Bandscheiben rechnet (l. c. pg. 359). Allerdings sind die Knorpelzellen, weil oft isolirt im Bindegewebe oder mehr nur an gewissen Stellen, in Nestern vorkommend, nicht immer leicht zu sehen, doch wird man dieselben bei Anfertigung gehörig dünner Schnitte schon ohne Reagentien und ganz deutlich bei Essigsäurezusatz erkennen. Die Zellmembranen gehen hierbei durchaus nicht verloren, ebenso wenig wie in den Knorpelzellen der Zwischengelenkbänder u. s. w., wie ich entgegen *Kohlrausch* (l. c.) behaupten muss, und es kann gar kein Zweifel darüber obwalten, dass man es mit wirklichen Knorpelzellen zu thun hat, welche fast ohne Ausnahme nicht als Gewebe, sondern mehr vereinzelt im Bindegewebe sich finden. Wo dieselben massenhafter auftreten, kann man wohl von faserknorpeligen Stellen reden, nur hat man nicht zu vergessen, dann zwischen solchen Faserknorpeln und denen mit eigenthümlichen Fasern von nicht bindegewebiger Natur (Epiglottis, ossificirende Knorpel) zu unterscheiden. Aechte Knorpelsubstanz, wie am *Os cuboideum*, habe ich bisanhin in keiner andern Sehnenscheide gefunden, namentlich nicht am *Sulcus malleoli externi et interni*, am *Sulcus tali*, in der Scheide des *Peronaeus longus* am Fersenbein, an welchen Stellen zwar überall Knorpelzellen, jedoch nur in Bindegewebe eingestreut, zu sehen sind.

Was die in Bändern der Sehnen und in Sehnenscheiden vorkommenden Zellenreihen betrifft, deren Kerne nach dem Verschwinden der Zellen auswachsen und zu Kernfasern sich aneinanderreihen, so kann ich nicht umhin, auf deren grosse Aehnlichkeit mit den einfacheren Knorpelzellen der Sehnenscheiden und Sehnen aufmerksam zu machen, eine Aehnlichkeit, welche so gross ist, dass ich fast geneigt wäre, dieselbe als Identität zu bezeichnen, wenn es nicht gar zu sonderbar klänge, einen Uebergang der Kerne von Knorpelzellen in Kernfasern zu behaupten. Mögen Andere diesen Gegenstand weiter führen; ich will nur noch das erwähnen, dass ich an fast allen Orten, wo ich Knorpelzellen im Bindegewebe antraf, auch solche Zellenreihen und ihre Beziehung zu Kernfasern auffand, so auch in den später noch zu erwähnenden sogenannten Bandscheiben *Henle's*, dass aber auch solche Zellen in der *Aponeurosis palmaris* in Sehnen und Bändern ohne unzweifelhafte Knorpelzellen anzutreffen sind. Darüber, dass das, was ich Knorpelzellen genannt habe (in diesem §.), wirklich solche sind, darüber habe ich nicht den geringsten Zweifel, denn dieselben stimmen mit andern Knorpelzellen, namentlich mit denen in den Ansatzstellen der Sehnen an Knochen, deren Uebergang in Knochenzellen in vielen Fällen leicht nachzuweisen ist (siehe unten), ganz überein.

§. 76.

Gefässe der Muskeln und ihrer Hülfsorgane. *A.* Blutgefässe. Die Hauptgefässe der Muskeln treten entweder an einem oder an mehreren Orten an dieselben. Im erstern Falle begleiten sie meist mehr oder

weniger genau die Nerven und inseriren sich an ganz bestimmten Stellen (*Circumflexa humeri p.*, *Transversa scapulae*, *Obturatoria*, *Glutaea sup. et inf.* etc.), im letztern sind sie von mehr wandelbarer Lage. Fast ohne Ausnahme liegen Venen und Arterien beisammen, und zwar sind die grösseren Arterien bis zu Aesten vierter und fünfter Ordnung meistens von zwei Venen begleitet, während die feineren und feinsten Gefässe von deutlich arteriellem Bau nur noch eine Vene neben sich haben. Die Verästelung der grossen Gefässe hat wenig eigenthümliches. Schief oder quer treten die Stämme an die Muskeln und theilen sich, im *Perimysium internum* verlaufend, baumförmig unter spitzen oder stumpfen Winkeln, so dass alle Theile der Muskeln von ihnen versorgt werden. Die feinsten Arterien und Venen laufen den Muskelfasern gewöhnlich parallel und bilden zwischen ihnen ein Capillarnetz, das, wie *Bowman* mit Recht sagt und jeder Mikroskopiker weiss, so charakteristisch ist, dass Jemand, der es einmal gesehen hat, es nie mehr verkennen kann. Dasselbe besitzt nämlich rechteckige Maschen, deren lange Seite der Längsaxe der Muskeln parallel läuft und besteht somit aus zweierlei Gefässchen, longitudinalen, die, wie namentlich Querschnitte injicirter Muskeln deutlich lehren, in den Furchen zwischen je zwei Muskelbündeln oder den unregelmässigen Räumen zwischen mehreren derselben liegen, und queren, die, verschiedentlich mit jenen anastomosirend, die Muskelfasern umstricken. So liegt jedes einzelne Primitivbündel gewissermassen in einem Flechtwerk von Capillaren und ist behufs einer allseitigen Durchtränkung mit Blut aufs beste versehen. Die Capillaren der Muskeln gehören zu den feinsten des menschlichen Körpers und haben sehr oft einen geringeren Durchmesser als die menschlichen Blutkörperchen. An einem *Hyrtl*'schen Präparate betragen dieselben 0,0025—0,003, im *Pectoralis major* mit Blut gefüllt 0,002 bis 0,003''', leer 0,0016—0,0020'''.

Fig. 68.

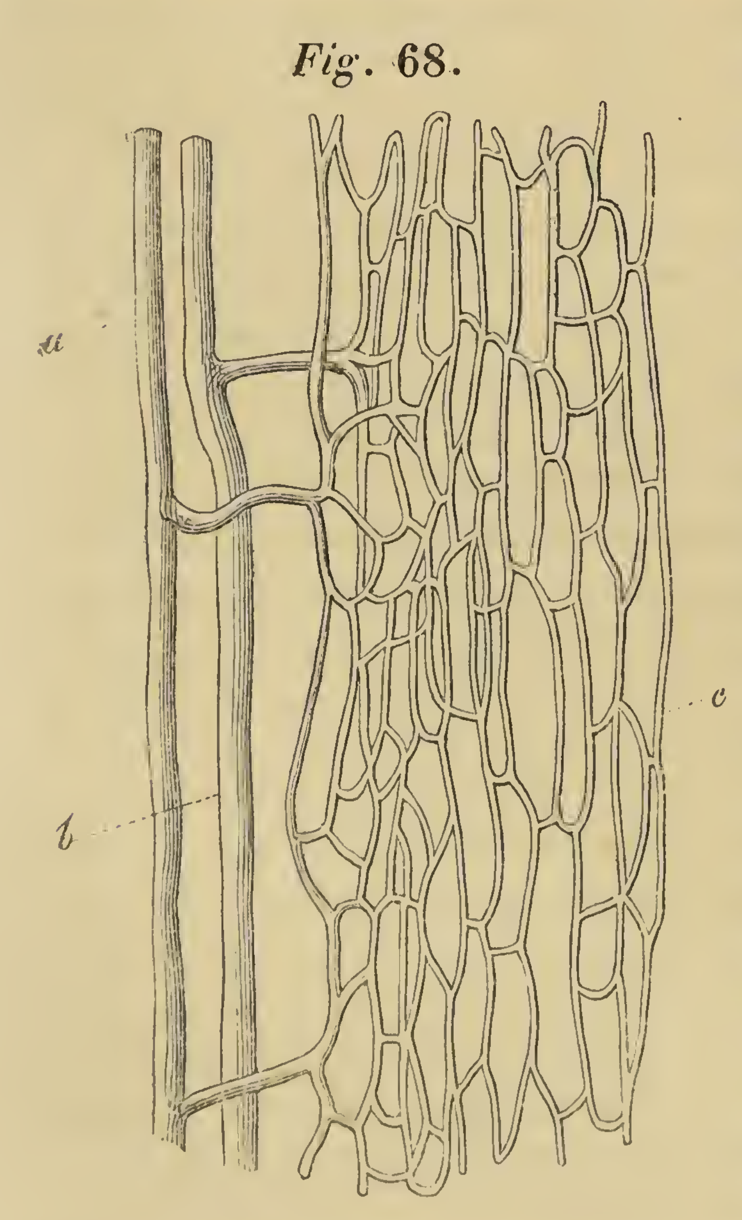


Fig. 68. Capillargefässe der Muskeln, 250mal vergrössert. *a.* Arterie, *b.* Vene, *c.* Capillarnetz.

Die Sehnen gehören zu den an Blutgefässen ärmsten Theilen des Körpers. Kleinere Sehnen sind im Innern ohne alle Spur von Blutgefässen, besitzen dagegen äusserlich in dem mehr lockeren Bindegewebe, das sie umhüllt, reichliche weitmaschige Capillarnetze, aus denen hie und da, wo sie stärker sind, z. B. wo *Retinacula* an die Sehnen gehen, einzelne Capillaren auch in die oberflächlichsten Sehnenlagen eindringen. Bei stärkeren Sehnen werden dieselben schon deutlicher und bei denjenigen des *Triceps surae*, des *Glutaeus maximus et medius* und *Quadriceps femoris* z. B. erkennt schon das unbewaffnete Auge kleine eindringende Arterien und Venen und lassen sich durch Mikroskop und Injection spärliche Gefässnetze auch in tieferen Schichten nachweisen, doch sind auch hier die innersten Sehnentheile vollkommen gefässlos. — Wie die Sehnen verhalten sich auch die Bänder der Sehnen, nur dass in ihnen noch weniger Gefässe nachzuweisen sind. Vollkommen gefässlos sind auch die schwächeren Fascien, in stärkeren, wie der *Fascia lata*, kommen, abgesehen von dem gefässreichen lockeren Bindegewebe, das ihre Flächen deckt, spärliche Ramificationen vor. Dagegen sind die Synovialhäute des Muskelsystems reich an Gefässen, vor allem die Gefässfortsätze derselben, worüber jedoch, da diese Theile ganz mit den Synovialkapseln des Knochensystems übereinstimmen, hier nichts weiter bemerkt werden soll.

B. Lymphgefässe. In Betreff der Lymphgefässe der Muskeln herrscht noch grosses Dunkel. Die Mehrzahl der Anatomen scheint denselben nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt zu haben und erwähnt sie entweder gar nicht oder nur ganz obenhin, und was die wenigen betrifft, die etwas genauer in die Sache eingegangen sind, so möchten deren sich widersprechende Erfahrungen nicht gerade geeignet sein, dem mit den Verhältnissen nicht Vertrauten ein getreues Bild derselben zu geben. Während nämlich die Einen, wie *Arnold* (I. pg. 253) und zum Theil auch *Fohmann* (*Memoire sur les vaisseaux lymph. pg.* 28), den Muskeln eine grosse Menge Lymphgefässe zuschreiben, sind Andere, wie *Herbst* (*Das Lymphgefässsystem, Göttingen* 1844, pg, 114), der Ansicht, dass diese Organe arm an solchen seien. *Fohmann* hat die fraglichen Gefässe des Zwerchfells injicirt, während ihm dies in andern Muskeln durchaus nie gelingen wollte. Dieselben liegen nach ihm in den Zwischenräumen zwischen den Muskelfasern und folgen denselben in ihrem Verlaufe, mit gröberen und feineren Netzen sie umspinnend. Sie sollen keine Klappen oder nur Andeutungen von solchen haben und so dünne Wände besitzen, dass sie den Druck der Quecksilbersäule nicht auszuhalten im Stande sind. *Arnold* stimmt mit den ersterwähnten Angaben *Fohmann's* fast wörtlich überein, nur wird die grosse Menge

derselben in der Muskelsubstanz und an der Oberfläche derselben besonders hervorgehoben und angedeutet, dass sie auch in andern Muskeln, wenn schon nicht so leicht und vollkommen wie am *Diaphragma*, sich injiciren lassen. Im Gegensatze zu diesen Angaben kommt *Herbst*, in Berücksichtigung des Umstandes, dass der resorbirende Apparat der Bewegungsorgane, einer Extremität z. B., relativ weniger umfangreich ist als der eines Secretionsorganes, und dass von diesen Lymphgefässen die meisten auf die äussere Haut kommen, zu dem Resultate, dass sich für die Muskeln, in Ansehung ihres Reichthumes an Lymphgefässen, ein sehr ungünstiges Verhältniss herausstellt. Was mich betrifft, so gestehe ich, dass mir *Herbst's* Annahmen schon *a priori* sehr plausibel vorkamen und in der That fanden sich dieselben denn auch bei einer Reihe von Untersuchungen so ziemlich bestätigt. Da die Injection der Lymphgefässe der Muskeln geübteren Händen als den meinen misslungen war, so schlug ich den Weg der mikroskopischen Forschung ein und kam hierbei zu folgenden Thatsachen: 1) Kleine Muskeln haben keine Lymphgefässe. In den menschlichen Muskeln, in denen die Ausbreitung der Gefässe sich vollkommen übersehen lässt (*Subcruralis*, *Sternothyreoideus, Platysma myoides, Omohyoideus*, *Costo-cervicalis* [vom Knorpel der ersten Rippe in die *Fascia cervicalis* seitlich an der *Cartilago thyreoidea*], einzelnen abnormen zarten Bündeln des *Omohyoideus* an die *Thyreoidea,* des *Sternothyreoideus* in die *Fascia cervicalis* am grossen Zungenbeinhorn), sieht man im Innern der Muskeln nicht die Spur von Lymphgefässen, weder zwischen den Fascikeln, noch in Begleitung der Blutgefässe, und doch müssten die grösseren unter denselben, falls sie vorhanden wären, nothwendig bei Anwendung von Essigsäure und Alkalien ebenso zum Vorschein kommen wie die andern Gefässe. Ebenso wenig zeigen kleinere Muskeln (*Omohyoideus*, *Sternohyoideus* z. B.) im Begleit der zu und von ihnen tretenden Gefässe und Nerven oder sonst an ihrer Oberfläche eine Spur eines Lymphgefässes, was durch das Mikroskop sehr leicht auszumitteln ist, da, wie ich finde, beim Menschen die Lymphgefässe sowohl von Arterien als von kleineren Venen deutlich sich unterscheiden (vorzüglich durch längs- und schief verlaufende glatte Muskeln). 2) Bei den grössten Muskeln finden sich im Begleit des zu ihnen tretenden Gefässbündels hie und da einzelne spärliche Lymphgefässe. So sah ich unter den Gefässen, die zum *Rectus femoris* gehen, ein einziges Lymphgefässchen von $1/5'''$ Durchmesser, beim langen Kopf des *Biceps femoris* konnte ich, trotz aller darauf verwandten Mühe keines finden, wogegen der *Cruralis* ein solches von $1/4'''$ zeigte. 3) Die tiefen oder Muskelgefässe der Extremitäten sind

von spärlichen Lymphgefässen begleitet. In Betreff dieser längstgekannten Sache fehlten genauere Daten. Nach *Arnold* (II. 371) zählt man am Oberschenkel in der Nähe der *Vena saphena magna* 20—30, in der Tiefe nur 4—6 Stämmchen; ich zähle im Begleit der hintern Tibialgefässe ein einziges Stämmchen von 1/4''', neben den tiefen Schenkelgefässen 3 Stämmchen von 1/3''', 1/4''' und 1/10'''. Aus den beiden letztgenannten Sätzen ziehe ich den Schluss, dass auch die grösseren Muskeln äusserst arm an Lymphgefässen sind. Ja wären nicht Lymphgefässe in den Gefässbündeln einzelner Muskeln wirklich von mir beobachtet, so liesse sich selbst fragen, ob die Muskeln überhaupt solche Gefässe haben, denn das Vorkommen der *Vasa lymphatica profunda* beweist noch durchaus nichts in dieser Frage, indem die Lymphe dieser Gefässe, die ja so spärlich ist, auch in der Haut (*Vola manus, Planta pedis* z. B.), in den Gelenken und vielleicht den Knochen ihre Quellen haben könnte. Zusammengenommen mit dem, was ich an kleinen Muskeln gesehen, möchte ich glauben, dass, wenn bei grösseren Muskeln wirklich einige Lymphgefässe vorkommen, dieselben nie in die secundären Bündel hineingehen, sondern nur in dem reicheren *Perimysium* zwischen den grösseren lockerern Abtheilungen derselben verlaufen, vorzüglich da, wo dasselbe mit Fett untermischt und so weich ist, wie z. B. in einem *Glutaeus* und in den oberflächlichen Lagen vieler andern Muskeln.

Diese meine Ansicht widerstrebt nun freilich der von *Fohmann* und noch mehr von *Arnold* geäusserten sehr, allein ich glaube auch, dass dieselben sich eine etwas unrichtige Deutung des von ihnen Gesehenen haben zu Schulden kommen lassen. Dass auf der oberen und unteren Seite des Zwerchfelles sehr viele Saugadern sich finden, ist eine längst bekannte Sache (siehe *Cruikshank Geschichte der einsaugenden Gefässe, übersetzt von Ludwig*, 1789, pg. 165, Taf. 5 u. 6 und *Mascagni Geschichte der Saugadern von demselben bearbeitet*, pg. 84), allein diese Gefässe möchten wohl der Mehrzahl nach den serösen Häuten, die die beiden Flächen des Zwerchfelles bedecken, angehören, und insofern sie aus der Muskelsubstanz herauskommen, durchtretende oberflächliche Lebersaugadern sein, von denen die meisten diesen Weg nehmen. Wenigstens muss ich nach dem, was ich sonst sah, an einer solchen Vermuthung festhalten, so lange nicht die Existenz von wirklichen Muskelsaugadern des Zwerchfelles bestimmter nachgewiesen ist, als bisher.

In Sehnen hat noch Niemand Lymphgefässe gesehen, ebenso wenig in Fascien und in den Synovialkapseln des Muskelsystems, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass nicht wenigstens die letzteren gerade wie andere seröse Häute im subserösen Bindegewebe solche enthalten.

§. 77.

Nerven der Muskeln. Ueber das Verhalten der Nerven der menschlichen Muskeln ist, seit die feinere Anatomie des Nervensystems in den neuesten Tagen einen so grossen Aufschwung genommen hat, nichts Wichtigeres bekannt gemacht worden und doch verdiente dieser Gegenstand wohl eine genauere Berücksichtigung, indem hier wie an so vielen andern Orten die Analogie nicht ausreicht und derjenige sehr irren würde, der beim Menschen Verhältnisse, wie bei den vielfach untersuchten Fischen und Amphibien vermuthete. Die Untersuchung menschlicher Muskeln ist aber eine sehr schwierige und nur wenn man ganz passende Objecte zu gewinnen vermag und dieselben zweckmässig behandelt (siehe unten), ist man im Stande, zu einigermassen erheblichen Resultaten zu kommen. Als solche haben sich mir bisher dargeboten folgende Muskeln magerer und zartgebauter Leichen: 1) der *Subcruralis*, der immer einzelne isolirte Bündel oft in Gestalt ungemein zarter Striemchen hat, 2) die im vorigen §. erwähnten abnormen Fascikel der kleinen Halsmuskeln, 3) der *Sternothyreoideus* in seinem obern äussern Theile, 4) der *Subcutaneus colli* und 5) in selteneren Fällen der *Omohyoideus*. Ausserdem muss man natürlich auch die Muskeln der Säugethiere vergleichen, unter denen der *Latissimus* und das *Diaphragma* der Maus und anderer kleiner Säugethiere, die Hautmuskeln, Hals- und kleinen Gesichtsmuskeln (beim Kaninchen z. B. recht schön) die passendsten sind. Die Resultate, zu denen ich gekommen bin, sind folgende.

Die Nervenstämme, die zu den Muskeln gehen, sind entweder einfach oder mehrfach, ersteres vorzüglich bei kleineren und einköpfigen Muskeln, letzteres mehr bei grossen, breiten, vielköpfigen. Ihre Eintrittsstelle ist nach den Untersuchungen von *Chassaignac* (*Compte rendu de la Société anatomique de Paris* 1832) bei den Muskeln der Extremitäten nie im obern Viertheile und nie unterhalb der Mitte und zwar senken sich dieselben bald schief, bald senkrecht in die Muskelsubstanz ein. Ihre Verbreitung in derselben zeigt schon in Bezug auf die gröberen Verhältnisse manches Eigenthümliche. Ich finde nämlich bei vielen kleinen Muskeln, dass die Ausstrahlung der Nerven eine ganz beschränkte ist, so dass z. B. im obern Bauche des *Omohyoideus* bei einer Länge desselben von 3″ die Stelle, wo die Nerven sich ausbreiten, nicht länger ist als 5—8‴. Hier jedoch ist der Nervenreichthum ein ganz ungemeiner. Der in die Mitte der Queraxe eintretende Nervenstamm theilt sich gleich in zwei Hauptäste, welche, indem sie der eine nach dem linken, der andere nach dem rechten Rande des Muskels ausstrahlen, vielfache

Anastomosen der Aeste aller Ordnungen erzeugen und die ganze Dicke des Muskels bis zu den obersten und tiefsten *Stratis* versehen. Während so an dieser einen Stelle eine Nervenausbreitung, die in keinem andern Organe, die der Sinnesorgane und der Zahnpulpa ausgenommen, auch nur von Ferne ihres Gleichen findet und der des *Acusticus* nahezu gleichkommt, vorhanden ist, trifft man in den übrigen Theilen des Muskels die grösste Armuth oder selbst gänzlichen Mangel an Nerven. In einem Falle, den ich genau untersuchte, war es mir nicht möglich, ausser den spärlichen Gefässnerven, von denen später mehr, in diesen Theilen mehr als drei kleine Nervenstämmchen von 0,021''', 0,028''', 0,042''' aufzufinden, welche zwar von den Hauptnerven abstammten, allein doch in ihrer Ausbreitung von denen der anderen Aestchen abwichen, indem sie geraden Weges zwei nach dem unteren, eines nach dem oberen Ende des Muskelbauches verliefen, spärliche Fädchen von 1 oder 2 Primitivfasern abgaben, die quer durch den Muskel zogen und endlich kurz vor der Zwischen- und Endsehne in feinste Aestchen und einzelne Nervenfasern sich auflösten, um theils hier, theils in den Ursprüngen der Muskelfasern an den Sehnen zu enden. Wie im *Omohyoideus* fand ich das Verhalten der Nerven auch im *Subcruralis* und dem oben berührten *Costo-cervicalis*; im *Sternohyoideus*, *Sternothyreoideus*, *Omohyoideus* (unterer Bauch) war dieselbe bald ebenso, bald dem Anscheine nach etwas abweichend, d. h. es vertheilten sich manchmal die Aeste der Nerven nicht Alle in Einer Höhe, sondern dehnten sich über eine grössere Strecke aus, doch liess sich auch hier leicht nachweisen, dass das Wesentliche der von mir eben beschriebenen Nervenvertheilung auch hier stattfand, das nämlich, dass die einzelnen Muskelpartieen nur an einer beschränkten Stelle mit den Nervengeflechten in Verbindung stehen. Schwieriger war der Nachweis solcher Verhältnisse in andern kleinen Muskeln, wie denen des Augapfels, wo die Nerven unter spitzen Winkeln an die Muskeln treten, mit ihren Hauptästen länger in denselben verlaufen und an verschiedenen mehr oder weniger entfernten Orten ihre Endausbreitungen bilden, doch gelang es auch hier so ziemlich. Bei grossen Muskeln ist begreiflicher Weise eine mikroskopische Untersuchung *in toto* nicht möglich, allein man kann auf anderem Wege sich davon vergewissern, dass wenigstens bei einigen von ihnen dasselbe gilt, was für die kleinen Muskeln sich herauszustellen scheint, indem man kleine platte Bündel derselben in ihrer ganzen Länge herauspräparirt und untersucht. Dann zeigt sich namentlich deutlich bei Muskeln mit lockerem Gefüge, dass jedes Fascikel sich gerade so verhält, wie ein ganzer kleiner Muskel. Wie die Nervenausbreitung bei Muskeln mit langen Bündeln (*Sartorius*,

Latissimus etc.) sich macht, habe ich nicht untersucht; vielleicht dass hier jedes Primitivbündel an mehreren weit von einander entfernten Stellen von Nerven berührt wird.

In Betreff der letzten Endigung der Nerven in den Muskeln des Menschen, so bin ich nach vielfachen mühsamen Untersuchungen zu Folgendem gelangt. Die schon erwähnten Anastomosen der Aeste der Muskelnerven (Nervenplexus) kommen ohne Ausnahme in allen Muskeln vor, zeigen jedoch in Bezug auf ihr specielles Verhalten mannigfache Modificationen. Die zwischen den Aesten erster, zweiter und dritter Ordnung sind vorzüglich und vor allem da zu sehen, wo die gesammte Nervenverästelung in einem ganz kleinen Raume beisammen ist, sonst spärlich oder selbst gar nicht vorhanden, während die zwischen den feineren und feinsten Aestchen (Endplexus *Valentin*) überall sehr zahlreich sind und mit meist länglichrunden Maschen vorzüglich der Längsrichtung der Bündel parallel verlaufen. Diese Endplexus nun, die bald engere, bald weitere Maschen besitzen und vorzüglich zwischen den Zweigen eines Aestchens sich finden, ohne jedoch ganz isolirt für sich zu bestehen, führen zu den von *Valentin* sogenannten Endschlingen, unter denen ich nichts anderes als Anastomosen der Zweigelchen letzter Ordnung durch eine einzige oder wenige Primitivfasern verstehe, welche von einem Zweige kommend in andere übergehen, wobei es gleichgültig ist, ob dieselben gerade oder schlingenförmig gebogen verlaufen (Fig. 69). Dass solche Endschlingen oder Endanastomosen, in denen die Nervenröhrchen von den einen Aestchen abtreten, um schliesslich wieder in andere zurückzulaufen, wirklich existiren, halte ich für eine ausgemachte Sache, allein damit ist noch nicht gesagt, dass dieselben wirklich die Enden der Nervenfasern bezeichnen, denn es ist immer noch die Möglichkeit gegeben, dass die in ein zweites Zweigelchen eingetretenen Fädchen, dasselbe an

Fig. 69.

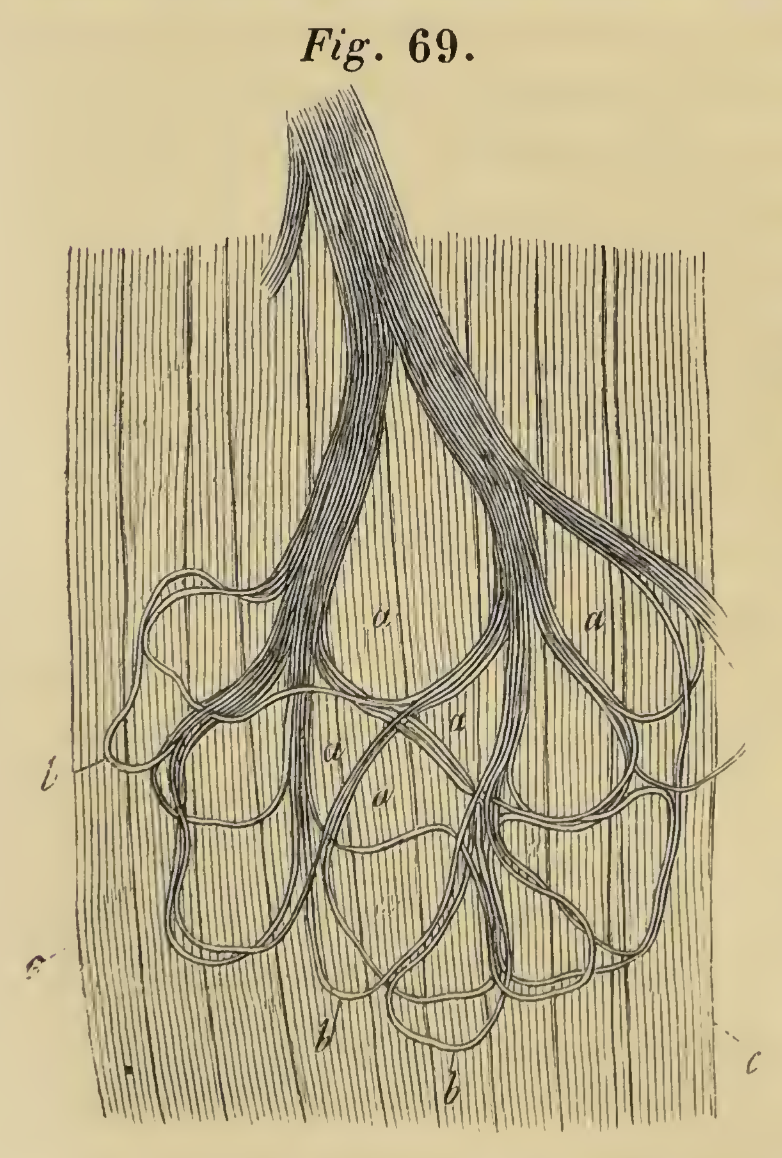


Fig. 69. Endausbreitung der Nerven aus dem *Omohyoideus* des Menschen, 350 mal vergr. und mit Natron behandelt. *a.* Maschen des Endplexus, *b.* Endschlingen, *c.* Muskelfasern.

einem andern Orte wieder verlassen, um für sich zu enden. An dieser Möglichkeit wird man um so eher fest halten müssen, als bekanntlich in den Froschmuskeln und bei wirbellosen Thieren freie Enden der Muskelnerven ganz constatirt sind, ferner auch beim Menschen und den Säugethieren Nervenenden vielleicht vorkommen, endlich Theilungen der Primitivfasern ganz bestimmt von mir beobachtet wurden. Letztere anlangend, so sah ich 1) im *Omohyoideus* des Menschen von einem isolirten Stämmchen eines in Sublimat erhärteten und durch Essigsäure wieder durchsichtig gewordenen Präparates eine Nervenprimitivfaser von 0,0015''' abtreten, die nach kurzem Verlauf bestimmt in zwei dicht beisammenliegende etwas dünnere Fasern sich theilte, von denen die eine nochmals sich spaltete, welche Beobachtung auch Herr Dr. *H. Müller* bestätigte (Fig. 70. *A*), und 2) fand ich bei einem Kaninchen in einem kleinen Gesichtsmuskel eine dreifache Theilung mit zwei fein auslaufenden kurzen Fasern, von denen die eine nochmals sich theilte und einem dritten Faden, der an ein Zweigelchen sich anschloss, welche Erfahrung wenigstens in Betreff der Theilungen Dr. *Leydig* und *J. Czermak*, die gerade gegenwärtig waren, für ganz zuverlässig hielten (Fig. 70. *B*). Es ist nun freilich sehr auffallend, dass ich bisher nur diese zwei einzigen Fälle von Nerventheilungen auffinden konnte, obschon ich mir alle Mühe gab, solche zu sehen und auch Präparate genug vor mir hatte, in denen die feinsten *Plexus* klar vorlagen, um so mehr wenn man bedenkt, wie man bei Fröschen und Fischen in jedem Präparate Theilungen zur Genüge sieht, und ich möchte daher den Ausspruch thun, dass solche Theilungen bei Säugethieren und beim Menschen eine Seltenheit sind. Dasselbe gilt auch, und in noch höherem Grade wie mir scheint, von den freien Enden von Nervenröhren. Zwar glaube ich beim Kaninchen solche, wie vorhin erwähnt, gesehen zu haben, allein die Beobachtung war denn doch nicht über allen Zweifel erhaben; beim Menschen dagegen wollte es mir nie

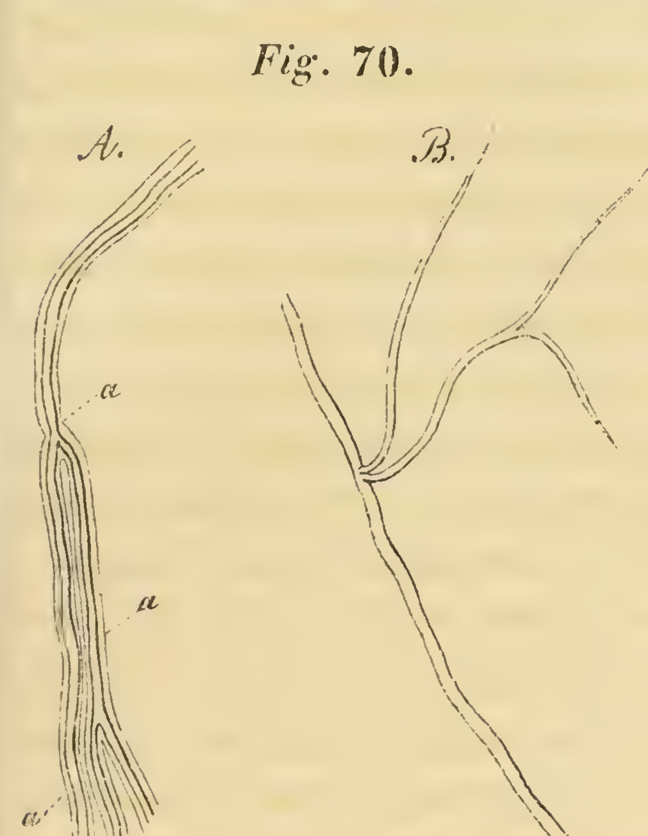


Fig. 70. Theilungen der Nervenprimitivfasern in Muskeln, 350mal vergrössert. *A*. Eine doppelte Theilung aus dem *Omohyoideus* des Menschen, *a*. Neurilem. *B*. Theilungen aus einem Gesichtsmuskel des Kaninchens mit drei scheinbar spitz auslaufenden Aestchen.

gelingen, eine einzige bestimmte Beobachtung zu machen. Man sieht wohl an manchen Stellen der Endplexus, wie es auch Frühere von andern Geschöpfen schildern, einzelne Nervenröhrchen frei ausgehen, da aber in vielen Fällen sich nachweisen lässt, dass dies nur Schein ist und darauf beruht, dass solche Röhrchen in verschiedenen Höhen zwischen den Bündeln verlaufen, so wage ich es nicht, die Fälle, wo dies nicht gelingt, in anderer Weise zu deuten. Unter diesen Verhältnissen, wo 1) Theilungen der Primitivfasern eine sehr seltene Erscheinung sind, 2) freie Enden derselben sich nicht mit Sicherheit beobachten lassen, 3) ein Zusammenhang der Nervenröhren der feinsten Zweigchen (Endschlingen, *Valentin*) eine gewöhnliche Erscheinung ist, kann ich unmöglich auf die der Analogie entnommenen Gründe grosse Geltung legen und bin für mich der Ueberzeugung, dass die feinsten Nervenenden in den menschlichen und Säugethiermuskeln ganz anders sich verhalten als die der niederen Wirbelthiere, und vor Allem durch die zahlreiche Existenz von wirklichen Nervenanastomosen (ob immer zwischen verschiedenen Fasern oder auch zwischen Aesten Einer Faser, muss vorläufig unentschieden bleiben) oder Schlingen, vielleicht zugleich mit freien Endigungen und durch das spärliche Vorkommen von Nervenfasertheilungen sich auszeichnen.

Nach Schilderung des Verlaufes der Nerven in den Muskeln wollen wir nun noch einen Blick auf ihre Elemente und ihre Beziehung zu den Muskelfasern werfen. Die in die Muskeln eintretenden Stämme bestehen vorzüglich aus dicken Nervenröhren, so dass auf 100 solche im Mittel ungefähr 12 feine kommen (*Volkmann*). Im Innern der Muskeln findet, wie schon *E. H. Weber* und *Henle* wussten, eine Verschmälerung derselben statt, welche nach *Bidder-Volkmann* (*Selbst. d. Symp. Nerv.* pg. 54) im *Nervus patheticus* des Kalbes das Doppelte des Durchmessers in den Nervenstämmen vor ihrem Eintritte beträgt, indem die Nervenröhren der Endschlingen im Muskel drin nur 0,00018—0,00025″, im Stamme 0,00034—0,00056″, in der Mehrzahl 0,00045″ messen. Ich habe beim Menschen diese Angaben bestätigt gefunden. Es ist hier ein Leichtes, sich davon zu überzeugen, dass die Endplexus nur aus ganz feinen Fasern bestehen von dem Durchmesser von 0,001—0,0025‴, ja ich habe selbst in einzelnen Fällen die successive Verschmälerung bestimmter Fasern direct beobachtet, was beweist, dass dieselbe wenigstens in diesen Fällen nicht durch Theilung zu Stande kommt. So sah ich im *Omohyoideus* mehrere Nervenfasern von 0,004—0,0053‴ aus Stämmchen von 0,05—0,07‴ in einer Entfernung von 0,15—0,2‴ sich zu 0,002—0,0026‴ verschmälern und noch 0,4—0,5‴ weiter den Durchmesser der feinsten Fasern von 0,001‴ annehmen. — Mit dieser Aenderung im

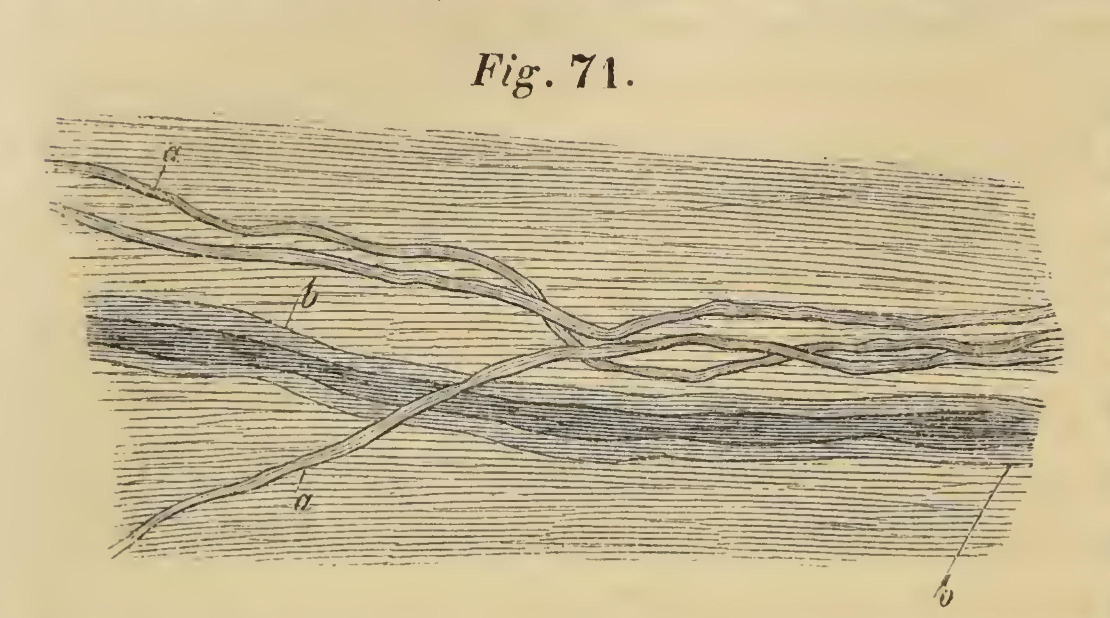
Durchmesser geht eine andere des äussern Ansehens Hand in Hand. Ich kann auch für den Menschen *Bidder-Volkmann* nur beistimmen, wenn sie sagen, dass die Nervenröhren in den Muskeln ganz das Ansehen der von ihnen sogenannten sympathischen annehmen. In der That werden dieselben schliesslich blass, einfach contourirt und zu Varicositäten geneigt, während sie zugleich jede Spur von einer Bindegewebshülle zu verlieren scheinen, dagegen hatten sie immer noch dunkle Ränder, waren mithin nicht etwa freie Axencylinder, wie sie neulich *R. Wagner* in den Nervenendigungen vermuthet. Die von mir beobachteten Theilungen zeigten durchaus nichts Bemerkenswerthes in Bezug auf das Verhalten der Nervenröhren, wesshalb auf die beigegebene Abbildung verwiesen wird, aus der auch hervorgeht, dass sie an feinen Röhren vorkamen, und dass bei dem Falle vom Menschen noch Neurilem vorhanden war.

Nerven und Muskelfasern scheinen in manchen Beziehungen in einem sehr wechselnden Verhältnisse zu stehen. Namentlich gilt dies von der Richtung der Nerven, auf die man früher *(Prévost)* so viel Gewicht legte. Die meisten Aeste der Muskelnerven, namentlich der feineren, ziehen wohl parallel den Muskelfasern, viele jedoch auch quer und schief und dasselbe gilt auch von den Elementen der Endplexus, namentlich den allerfeinsten Theilen derselben, den schlingenförmig verbundenen Nervenröhren. Dass keine Nervenfaser in eine Muskelfaser hineingeht, sondern sich nur äusserlich an das Sarcolemma anlegt, ist für mich eine entschiedene Sache; eben so scheint mir nach dem Obenbemerkten ganz unbestreitbar, dass die Nervenfasern statt die Muskelprimitivbündel in ihrer ganzen Ausdehnung zu begleiten, dieselben nachweisbar nur an einer kleinen Stelle berühren, wie dies auch schon von Andern ohne speciellere Angaben ausgesprochen wurde *(Burdach, Volkmann)*, dagegen sind uns die feineren Verhältnisse in Betreff dieser Frage noch so ziemlich unbekannt. Genügt es, dass eine Nervenröhre eine Muskelfaser (von mittlerer Länge) an einer einzigen Stelle berühre oder sind mehrfache Berührungen hiezu nothwendig? Dass letzteres vorkommt, ist sicher, allein man möchte fast darauf schwören, dass auch ersteres sich findet, denn man sieht an kleinen Muskeln hie und da Fasern, die ausser von einem quer an ihnen vorbeiziehenden oder schleifenförmig sie umgebenden oder eine Strecke weit auf ihnen verlaufenden Nervenfaden sonst keine Spur von solchen erkennen lassen. Sei dem wie ihm wolle, so viel steht fest, dass von der Gesammtmasse eines Muskels nur ein kleiner Theil in directe Berührung mit den Nervenfasern kommt.

Gefässnerven kommen in allen Muskeln vor im Begleite der Gefässbündel, und zwar je nach der Stärke derselben stärkere oder feinere

Aestchen. Dieselben halten nur von den feinsten Fasern und folgen immer den grösseren noch deutlich als Arterien und Venen zu erkennenden Gefässen. Ihre Endigungen habe ich nicht gesehen, nur so viel weiss ich, dass sie an Capillaren nie und sehr oft auch an den kleinsten Venen und Arterien nicht mehr vorkommen. Hier und da sieht man einzelne oder einige Fasern aus den Endplexus der Muskelnerven zu ihnen treten, was damit ganz gut im Einklang steht, dass die Gefässnerven vieler Theile (Extremitäten z. B.) nachweisbar von den Rückenmarksnerven abstammen.

Fig. 71.



Von den Sehnen haben die kleineren keine, die grösseren nur Gefässnerven, wie *Engel* (*Zeitschr. der Wiener Aerzte* 1847, I. pg. 311) gezeigt hat und ich für die Achillessehne und die Sehne des *Quadriceps* des Menschen bestätigen kann, in denen ich neben Arterien Bündelchen von 3—5 feinen Fasern antraf (Fig. 71). Fascien und Sehnenscheiden sind nervenlos, ebenso die Synovialkapseln des Muskelsystems, nach dem was ich bisher sah.

Bekanntlich haben *Valentin* und *Emmert* im Jahr 1836 gleichzeitig die Endigung der Nervenprimitivfasern in den Muskeln in Form von Schlingen beschrieben und ersterer diese Endigungsweise auch für sensible Nerven behauptet. Seit jedoch in neuerer Zeit die Physiologie gezeigt hat, dass sie mit diesen Schlingen nicht viel anzufangen weiss und die mikroskopische Anatomie an manchen Orten andere Endigungsweisen mit Bestimmtheit aufgedeckt hat (Pacinische Körperchen etc.), sind die Schlingen so sehr in Misskredit gekommen, dass jetzt die Frage, statt wie früher, ob es ausser den Schlingen auch eine andere Endigungsweise gebe, vielmehr die ist, ob wirklich irgendwo Schlingen existiren. Für die Muskeln namentlich scheint man ihre Existenz gänzlich läugnen zu wollen, seit *Müller* und *Brücke* in den Augenmuskeln des Hechtes Theilungen der Nervenröhren entdeckt und *R. Wagner* für die Froschmuskeln dasselbe, sowie Endigungen der Nervenfasern gesehen; allein wie aus dem oben Bemerkten hervorgeht, mit Unrecht. Wenn auch die Schlingen, besser Anastomosen der Nervenfasern „nicht nur etwas Räthselhaftes, sondern etwas Unbrauchbares, ja wie man sagen möchte, Absurdes sind" (*Volkmann*), so geht doch die Beobachtung über jede vorgefasste Ansicht, über jede

Fig. 71. Drei feine Nervenfasern *a.* in Begleitung einer kleinen Arterie *b.* aus den äussern Schichten der Achillessehne des Menschen, 350mal vergr. mit Natron.

Analogie und ihr zufolge muss ich mich bei Säugethieren und beim Menschen für Endanastomosen erklären. Endanastomosen und Theilungen und vielleicht auch noch freie Endigungen dazu, das ist denn doch fast zu viel, wird man sagen! Und mit Recht, denn viel wäre dies für unser jetziges Wissen. Allein unser Wissen ist nicht am Ende und die Anatomie vor allem wird hier zum Fortschritte getrieben. So gut als die embryonalen blassen Nerven der Froschlarven zugleich Theilungen, Anastomosen und freie Endigungen mit Bestimmtheit darbieten und die dunklen Röhren derselben Thiere Theilungen und Anastomosen zeigen, so gut als auch die blassen Hautnerven der Maus mit sich theilenden Fasern Netze bilden, eben so gut kann etwas der Art auch in Muskeln vorkommen und wird, wenn dem wirklich so ist, die Physiologie sich bequemen müssen, ihren Mangel an Einsehen zu gestehen. Doch hievon mehr beim Nervensystem. Auch *Henle* sagt im *Jahresbericht v. Canstatt für* 1847, pg. 63, dass man seiner Meinung nach die Schlingen zu rasch aufgegeben habe. Freilich könne man kaum behaupten, dass alle Muskelnerven schlingenförmig umbiegen, aber dass Nervenfasern von einem Bündel bis tief in ein anderes verfolgt werden können, dass Primitivfasern, welche abgerundet zu enden scheinen, in ihrem weitern Fortgang in die Tiefe und zu andern Stämmchen sich noch nachweisen lassen, endlich dass eine blosse Unterbrechung des Nervenmarkes zu der Annahme einer Endigung führen könne, sei gewiss. — Die Theilungen anlangend, so erwähnt auch *Wagner* (*Handw.* Bd. III. p. 462), dass er solche in Säugethiermuskeln gesehen, jedoch ohne nähere Angabe in Betreff des Ortes und ihrer Häufigkeit. — Was die ganglienkörperartigen Organe sind, mit welchen nach *Hassall* (pg. 348, Tab. XLI, Fig. 4.) die Primitivfasern in den Muskeln enden sollen, weiss ich nicht, dagegen will ich noch bemerken, dass ich in einem Falle ein kleines Ganglion mit etwa 5 Zellen an einem Nervenstämmchen des *Omohyoideus* des Menschen gesehen zu haben glaube, doch war die Beobachtung nicht rein, weil der Muskel vorher mit Natron behandelt war.

Obschon die Muskelnerven anderer Geschöpfe von denen der Säugethiere und des Menschen differiren, so halte ich es doch für nöthig, auch von ihnen das Wichtigste anzuführen, wobei vorzüglich die Endigungen im Auge behalten werden sollen. Bei Wirbellosen haben schon längst manche Forscher freie Endigungen der Nervenfasern und Ansatz derselben mit verbreiterten Enden an die Muskelfasern beschrieben, so *Doyère* bei den Tardigraden, *Quatrefages* bei *Eolidina* und einigen *Rotiferen* (*Annal. des sc. nat.* 1843, pg. 300 u. Pl. 11, Fig. XII.) Ich selbst sah bei einer Chironomuslarve (Diptere) zu den zwei Muskelbündeln des einfachen Vorderfusses eine einzige Nervenfaser treten, welche gabelig in zwei getheilt, mit etwas breiteren Enden an die Oberfläche derselben sich anlegte. Unter den Wirbelthieren beschrieben zuerst *Müller* und *Brücke* Theilungen in den Augenmuskeln des Hechtes (*J. Müller Physiol.*, 4. Aufl. Bd. 1. St. 524) und *Quatrefages* sah bei *Amphioxus* ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den vorhin erwähnten Wirbellosen. Die Beobachtungen beim Hecht sind nicht schwer zu bestätigen und man sieht hier sowohl an frischen als auch an mit Sublimat behandelten und durch Essigsäure durchsichtig gemachten Muskeln beim Zerzupfen der Bündel zahlreiche Theilungen; jedoch sind dieselben

Fig. 72.

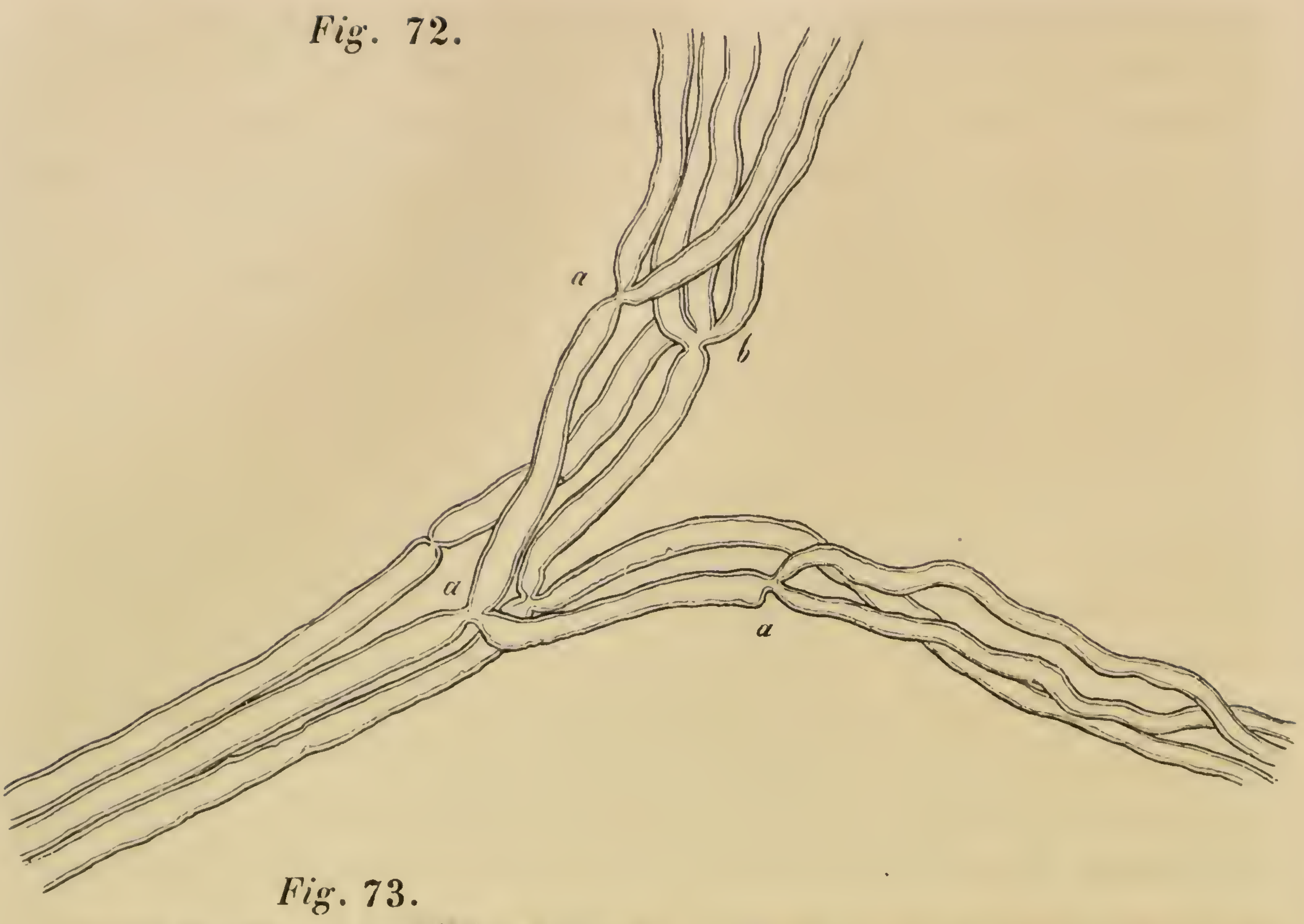
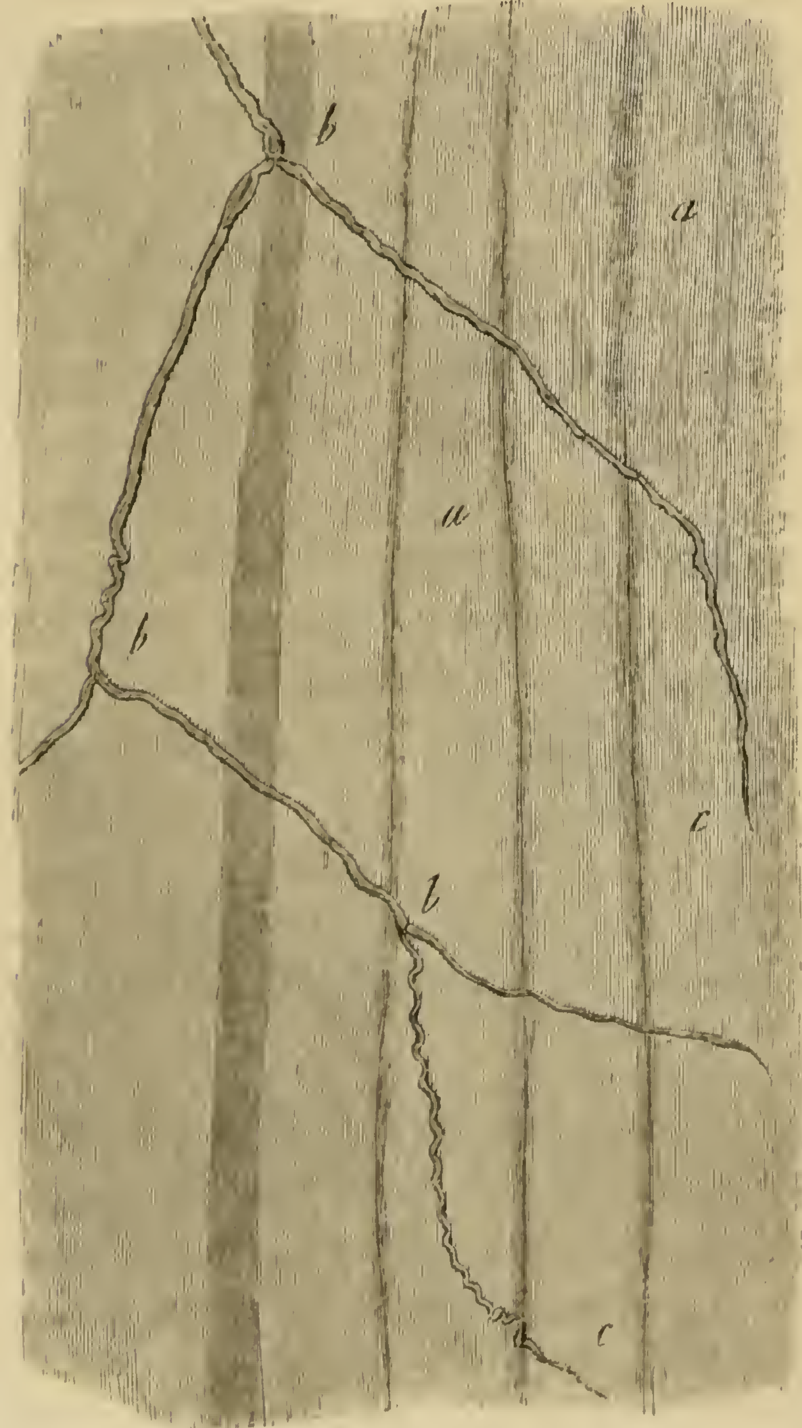


Fig. 73.



lange nicht so häufig, wie beim Frosch und auch nur Zwei- selten Dreitheilungen. Ausserdem fiel mir in grellem Gegensatz zu den Säugethieren besonders der ungeheure Verbreitungsbezirk der Nervenfasern auf, der so bedeutend ist, dass es fast schwer hält, eine Stelle eines Primitivbündels zu finden, an dem nicht eine Nervenfaser verläuft, ja an vielen Orten sieht man die letztern auf ungemeine Strecken an einem Bündel hinziehen und dasselbe schlingenförmig oder mit einer verschiedenen Zahl von Spiraltouren umgeben. Die Enden der Nervenröhren sind blass und fein

Fig. 72. Nervenfasertheilungen in einem kleinen Aestchen aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches, 350 mal vergr. *a*. Bifurcationen, *b*. dreifache Theilung.

Fig. 73. Endigungen der Nervenfasern in dem eben erwähnten Muskel des Frosches, 350 mal vergr. mit Natron. *a*. Muskelfasern, *b*. Theilungen, *c*. Enden der sehr verfeinerten Nervenfasern.

und scheinen frei zu sein; von Schlingen sah ich nichts Bestimmtes. Unter den Amphibien kennt man seit *Wagner* beim Frosch Theilungen und freie Enden. Erstere sind ausgezeichnet schön und zahlreich. Sie beginnen an den 0,004 — 0,006''' dicken Nervenröhren in den Stämmchen und Aestchen und setzen sich unter allmäliger Abnahme der Fasern mehrmals fort bis zu ganz feinen Fädchen von 0,001 — 0,0015'''. Die Theilungen sind meist dicho- oder trichotomisch, seltener mehrfach, doch sah *Wagner* einmal 8 Aestchen. Die Endfädchen sind blass, einfach contourirt. Niemals dringen sie in Muskelbündel ein, wie *Wagner* angibt, sondern legen sich entweder nach kurzem Verlauf schief oder quer an dieselben an oder ziehen lange parallel neben ihnen hin, um in beiden Fällen spitz und oft so fein wie eine Bindegewebsfibrille auszulaufen. Alle diese Verhältnisse sieht man am besten im *Mylohyoideus* (*Wagner*) und vor Allem in einem feinen Hautmuskel der Brust, auf den *Ecker* mich aufmerksam machte. In andern Muskeln gelingt es weniger leicht die Nerven zu sehen, auch schienen mir bei einigen wenigen Untersuchungen die Verhältnisse etwas andere, namentlich mehr Anastomosen der feineren Nervenbündel vorhanden zu sein.

§. 78.

Chemisches und physikalisches Verhalten der Muskeln. Obschon die Chemiker, namentlich seit *Liebig's* glänzendem Vorgange, der Untersuchung der Muskeln mit vielem Glück sich hingegeben haben, bleibt doch dem Mikroskopiker und Physiologen noch manches zu wünschen übrig. In 100 Th. frischem Ochsenfleisch sind nach *Berzelius* 77,17, nach *Bibra* (*Archiv f. phys. Heilk.* 1845) 72,56 — 74,45 Wasser enthalten, wobei jedoch das Wasser des Blutes in den Muskeln mit gerechnet ist. Die festen Theile (21,83% *Berz.*, 25,55 — 27,44 *Bibra*) bestanden nach *Bibra* bei einem Manne von 59 Jahren aus einem in kochendem Wasser, Alcohol und Aether unlöslichen Rückstand 16,83, löslichem Eiweiss und Farbstoff 1,75, leimgebender Substanz 1,92, Extracten, Salzen 2,80, Fett 4,24. Bei der complicirten Zusammensetzung der Muskeln ist es nicht leicht zu sagen, woher diese verschiedenen Substanzen stammen. Das Fett rührt vorzüglich vom Blute, den Fettzellen in den Muskeln und den Nerven derselben her, einem Theile nach auch wohl aus den Muskelfasern selbst, in denen wenigstens mikroskopisch hie und da Fettkörnchen sich nachweisen lassen; die leimgebende Substanz kommt aus dem *Perimysium*, einem kleineren Theile nach auch aus den Gefässen und dem Neurilem, dagegen nicht aus dem *Sarcolemma*, welches an ganz ausgekochten Muskeln noch nachzuweisen ist, wodurch somit ebenfalls (gegen *Reichert*) bewiesen wird, dass dasselbe nicht zum Bindegewebe zählt. Die anorganischen Salze und das Eiweiss stammen wohl vorzugsweise aus den Muskelfasern selbst, ebenso und vor allem die

organischen Salze der Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure und Ameisensäure (*Scherer Annal. der Chemie u. Pharm.* Bd. 69, pg. 196) sowie die freie Milchsäure, das Kreatin und Kreatinin, der Muskelzucker oder Inosit (*Scherer Verhandl. der phys.-med. Ges. in Würzburg*, Bd. 1, pg. 51) und der Farbstoff, welche Substanzen theils in den Fibrillen selbst, theils und vorzugsweise, so namentlich das Eiweiss, in der dieselben verkittenden Zwischensubstanz ihren Sitz haben. Die 16,83% unlöslichen Rückstands kommen zum Theil auf Rechnung des elastischen Gewebes in den Gefässen und dem Perimysium und der glatten Muskeln in den Gefässen, vorzüglich aber auf die Muskelfibrillen selbst. Diese anlangend, so hielt man ihre Substanz früher allgemein für Faserstoff, bis *Virchow* (*Zeitschr. für rat. Medicin*, Bd. IV) diese Ansicht lebhaft angriff. Nach ihm unterscheidet sich die eigenthümliche Substanz der Muskeln hauptsächlich dadurch vom Blutfaserstoff, dass sie, wie schon *Berzelius* angibt, in einer Lösung von kohlensaurem Kali fest wird, während ersterer sich darin löst. Auch *Mulder* (pg. 610) hält die Identität der angegebenen zwei Substanzen für nicht bewiesen und *Liebig* schliesst sich dieser Ansicht vollkommen an, indem er (*Annal. d. Chemie u. Pharm.* Bd. 73, pg. 125) findet, dass der sogenannte Muskelfaserstoff weniger Wasser enthält als der des Blutes und in Wasser mit 10% Salzsäure schon bei gewöhnlicher Temperatur sich löst, während das Blutfibrin in demselben nur aufquillt. Woraus das *Sarcolemma* besteht, ist noch unausgemacht; dasselbe ist in Alkalien und Säuren resistenter als die Fibrillen und schliesst sich mehr den *Membranae propriae* der Drüsen, den Wänden der Capillaren und den Zellenmembranen vieler Zellen an.

Die Muskeln des Menschen haben fast ohne Ausnahme eine rothe Farbe, die um so dunkler und gleichmässiger ist, je kräftiger das Individuum war, je weniger es an abzehrenden Krankheiten gelitten hatte. Diese Farbe rührt nicht von den sehr zahlreichen Blutgefässen, sondern von einem besondern Farbstoff her, der in den Muskelfasern selbst seinen Sitz hat. Dies wird einfach dadurch bewiesen, dass es auch Muskeln gibt, die, obschon eben so reich an Capillargefässen als andere, doch eine ganz blasse Farbe haben, so die meisten Muskeln der Fische und Amphibien, viele Muskeln von Vögeln und zum Theil auch die Hautmuskeln der Säugethiere und des Menschen (*Platysma, Orbicularis palpebrarum* z. B.), ferner dadurch, dass auch einzelne Muskelbündel eine ganz deutliche, gelbliche Färbung haben und dass die Muskeln bei ihren Contractionen, wo sie doch blutleerer werden und nach *Bichat* (II. 1, pg. 199) auch bei dunklem Blut (bei Asphyxie) ihre Farbe nicht verändern. Der Farbstoff der Muskeln (und diese selbst) wird gleich dem des Blutes an der Luft

und noch mehr in Sauerstoff hochroth, in Schwefelwasserstoff dunkel; in Wasser, nicht aber durch Salze, wird derselbe ausgezogen und zwar sehr leicht, worin wohl, d. h. in einer Aenderung des Concentrationsgrades des die Muskeln tränkenden Plasma's, vorzüglich der Grund zu suchen ist, dass dieselben in Krankheiten so gern ihre Farbe ändern.

Die Muskeln sind zwar weicher und zerreissbarer als die Sehnen, jedoch ist ihr Zusammenhalt immer noch ein sehr bedeutender, namentlich im Leben. Sie besitzen einen gewissen Grad von Elasticität. Während des Lebens sind sie, wie *E. Weber* richtig bemerkt, auch wenn die Nerven nicht auf sie einwirken, meist nicht in ihrer natürlichen Form, sondern ausgedehnt, in Spannung, und üben, gleich gespannten Saiten, elastische Kräfte aus, wovon man am besten sich überzeugt, wenn man bei einem stark gebogenen Gliede eines Thieres die Sehnen der Extensoren, deren Nerven vorher getrennt wurden, durchschneidet, worauf dieselben sehr bedeutend sich zurückziehen (*E. Weber*). Diese Spannung der Muskeln ist je nach der Stellung der Glieder sehr verschieden. Gering ist sie, wenn der Körper bei halbgebogener Lage der Glieder ruht, noch geringer oder = 0, wenn ein Muskel, nachdem er kräftig auf sein Glied eingewirkt hat, ausruht, grösser und am grössten, wenn seine Antagonisten möglichst einwirken. Nach *E. Weber* kann man die lebenden aber unthätigen Muskeln mit Kautschuk vergleichen, indem ihnen, wie diesem eine sehr grosse elastische Ausdehnbarkeit oder mit andern Worten eine g e r i n g e aber sehr v o l l k o m m e n e Elasticität zukommt, wie man leicht an Muskeln eben getödteter Thiere sehen kann, die abwechselnd sich ausdehnen lassen und wieder zusammenfahren. Weil die Elasticität der Muskeln so gering ist, so setzen sie den Bewegungen der Glieder fast keinen Widerstand entgegen und weil sie so vollkommen ist, ziehen sie sich auch nach der grössten Ausdehnung wieder zu ihrer vorigen Form und Länge zusammen, wie sich das z. B. auch bei der Ausdehnung der Bauchmuskeln bei Schwangern und in pathologischen Fällen bewahrheitet. Sind die Muskeln in Thätigkeit, so ändern sich ihre Elasticitätsverhältnisse in sehr bemerkenswerther Weise, 1) werden die Muskeln während ihrer Contraction ausdehnsamer oder ihre Elasticität kleiner, weshalb sie durch ihre Verkürzung eine weit geringere Kraft ausüben, als es sonst der Fall wäre, wenn ihre Elasticität unverändert dieselbe bliebe wie im unthätigen Zustande; 2) ist die Elasticität des thätigen Muskels bei einem und demselben Muskel eine sehr veränderliche; sie vermindert sich bei Fortsetzung seiner Thätigkeit immer weiter, was die Ursache der Erscheinung der Ermüdung und Kraftlosigkeit bei derselben ist (*E. Weber*).

In todten Muskeln ist nach *E. Weber* die Elasticität unvollkommener, d. h. der todte Muskel nimmt, ausgedehnt, nicht ganz seine frühere Gestalt wieder an und zerreisst daher auch leichter, obschon z. B. ein *Gracilis* immer noch 80 Pfund trägt ohne zu reissen. Dabei ist derselbe aber auch unausdehnbarer, steifer, unbeugsamer, oder seine Elasticität ist grösser. Die Erscheinungen der Ermüdung der Muskeln sind daher wohl von denen des Absterbens zu unterscheiden. Bei ersterer findet die Verminderung der Elasticität während der Einwirkung der Nerven und der Contractionen des Muskels selbst statt, wahrscheinlich in Folge geänderter Ernährungsverhältnisse der Molecüle des Muskels, und ist daher eine Lebenserscheinung, bei letzterem dagegen haben die Nervenwirkungen, die Ernährung, die Contractionen aufgehört und die Zunahme der Elasticität, die die bekannte Todtenstarre, *Rigor mortis*, bewirkt, ist eine rein physikalische Erscheinung, die nicht mit der Vergrösserung der Spannung der Muskeln zu verwechseln ist, die unter dem Einflusse des Lebens während ihrer Contraction zugleich mit Abnahme der Elasticität eintritt.

Beim weiblichen Geschlechte sind die Muskeln in der Regel weicher und zerreissbarer als beim männlichen. In kochendem Wasser verkürzen sie sich anfangs bis auf $\frac{1}{3}$ ihrer Länge und werden fester, nachher erweichen sie. Auch in Alkohol, Säuren, Chlorkalk, Adstringentien schrumpfen sie zusammen.

Die Sehnen enthalten nach *Chevreuil* in 100 Th. nur 62,03 % Wasser, also bedeutend weniger als die Muskeln. Ihre Hauptmasse besteht aus leimgebender Substanz, doch verwandeln sie sich schwerer als andere Theile in Leim. Daneben muss noch etwas Substanz des elastischen Gewebes in ihnen vorkommen. Ihre Salze und etwaigen anderweitigen Bestandtheile sind unbekannt. Die Sehnen sind sehr fest und wenig elastisch; in der Hitze schrumpfen sie bis auf $\frac{2}{3}$ ihrer Länge zusammen, werden anfangs härter, gelblich und elastisch und erst spät durchsichtig und weich.

Bekanntlich hat *Reichert* die Ansicht aufgestellt, dass das Sarcolemma Bindegewebe sei. Um diese, vom theoretischen Standpuncte aus nicht zu beweisende und vom anatomischen durch die Entwicklungsgeschichte (siehe §. 79.) leicht zu widerlegende Ansicht auch von der chemischen Seite zu prüfen, ersuchte ich meinen Collegen *Scherer* einem Muskel durch Kochen alle leimgebende Substanz zu entziehen. Ein frischer Froschmuskel wurde zuerst in der Kälte mit Wasser behandelt, um das Eiweiss u. s. w. auszuziehen, dann, zuerst bei gelinder Hitze, so lange gekocht, bis die oft gewechselte Flüssigkeit keine Reaction auf Leim mehr gab. Ich untersuchte nun die zurückgebliebene weisse, faserige Masse und fand zum Theil ganze, zum Theil halb in Fibrillen zerfallene Muskelfasern, an denen fast

an allen das Sarcolemma noch deutlich sich nachweisen liess; nur an einigen war es zerrissen und hing noch in Fetzen an oder schwamm in der Flüssigkeit umher. Es besteht demnach das Sarcolemma nicht aus leimgebender Substanz, ist mithin kein Bindegewebe.

Auf der andern Seite stimmt aber auch das Sarcolemma nicht mit den Muskelfasern überein. Einmal nämlich, und hierin kommt es mit Binde- und elastischem Gewebe überein, färbt sich dasselbe durch die Pettenkofer'sche Gallenprobe (Zucker und Schwefelsäure), von der wir durch *Schulze* (*Liebig's Annalen*, Bd. 69.) wissen, dass sie Eiweiss, Faserstoff, Muskelfasern u. s. w. lebhaft roth färbt, entweder gar nicht, oder nimmt wenigstens nur einen ganz schwach gelblichen Schimmer an und zweitens zeigt sich, dass caustische Alkalien (Natron, Kali) bei einem gewissen Concentrationsgrade die Fibrillen auflösen, so dass dieselben aus den Scheiden herausfliessen, während sie das Sarcolemma intact lassen. Dem zufolge verhält sich das Sarcolemma ziemlich ähnlich dem elastischen Gewebe, welches ebenfalls bei der Siedehitze sich nicht auflösst, in Alkalien sehr resistent ist und durch die Pettenkofer'sche Probe sich nicht röthet, nur finde ich, dass wenigstens das Sarcolemma des Axolotl, das ich seiner leichten Isolirbarkeit wegen vorzüglich anwandte, durch Salpetersäure und Kali nicht in Xanthoproteinsäure übergeht und orange sich färbt, während dies doch nach *Paulsen* (*Observ. microchem. Dorpat* 1848, pg. 24) beim reinen elastischen Gewebe der Fall ist.

Ueber die physikalischen Verhältnisse der Muskeln ziehe man vor allem die ausgezeichnete Abhandlung von *E. Weber* zu Rathe. Derselbe hat die elastischen Eigenschaften der Muskeln in trefflicher Weise ins Licht gesetzt, was um so nöthiger war, da noch Viele die Wirkungen der Elasticität und der Contractilität verwechseln. Nach *E. Weber* (pg. 105) besitzt kein Muskel während des Lebens jemals ganz seine natürliche Form, sondern dieselben sind immer ausgedehnt und in Spannung. Dies scheint mir nicht richtig, indem offenbar ein möglichst contrahirter *Biceps brachii* z. B., wenn der Arm unterstützt wird und der Willenseinfluss aufhört, nicht mehr elastisch gespannt genannt werden kann. Meiner Meinung nach sind die Muskeln bald ausgedehnt, bald in ihrer natürlichen Gestalt, bald selbst comprimirt, und zu allen diesen drei Zuständen kann die lebendige Verkürzung hinzutreten. Contrahirt sich ein gespannter Muskel so, dass er seine natürliche Form nicht annimmt, so wird er beim Nachlass der Contraction noch gespannt sein und bei einer Durchschneidung sich zurückziehen. Verkürzt sich dagegen ein in seiner natürlichen Form befindlicher Muskel, so wird er, wenn die Nerveneinwirkung aufhört, gerade umgekehrt sich ausdehnen, wie z. B. das contrahirte Herz oder ein isolirter galvanisch gereizter Muskel. Dem zufolge wird, wenn man von der Elasticität der Muskeln spricht nicht bloss ihre Spannung, wenn sie ausgedehnt sind, sondern auch die im comprimirten Zustande in Anschlag gebracht werden müssen, was mir physiologisch wichtig genug scheint, indem dann auch die Ausdehnungen contrahirter Muskeln (Herz, Muskeln, deren Antagonisten gelähmt sind) begreiflich werden. — Die Frage nach den Ursachen, die die Todtenstarre herbeiführen, ist durch *E. Weber* glücklich gelöst worden. Die Physiologen waren zwar schon längst darin einverstanden, dass dieselbe nicht,

wie *Nysten* geglaubt, gleichsam auf einer letzten Contraction beruhe, sondern eine physikalische Erscheinung sei, allein Niemandem, auch den neuesten Autoren in diesem Gebiete, *Brücke, Bruch*, *Gierlichs*, war es gelungen, dieselbe genügend zu erklären. *Brücke's* Ansicht, nach welcher der *Rigor* durch Gerinnen von flüssigem Faserstoff in den Muskeln zu Stande kommt, die manche Anhänger, so neulich noch *du Bois-Reymond* (II. 1, pg. 256) gefunden hat, widerlegt sich schon durch die mikroskopische Untersuchung, welche nachweist, dass die eigenthümliche Substanz der Muskeln nicht flüssig, sondern fest ist, leicht und es bedarf kaum noch der Erwähnung, dass aus frischen, noch nicht starren Muskeln, abgesehen von dem des Blutes, kein Faserstoff sich auspressen lässt, dass die Substanz der Muskeln vom Faserstoff verschieden ist und dass Todtenstarre auch bei nicht gerinnendem Faserstoff des Blutes vorkommt, um dieselbe zu stürzen. *E. Weber* weist nach, dass nach dem Verschwinden des Lebens die Muskeln härter und unausdehnsamer werden und so, indem dies in allen Muskeln, jedoch nicht gleichzeitig, eintritt, selbst Lageveränderungen der Glieder und jene eigenthümliche Unbeweglichkeit derselben erzeugen. Diese Aenderung der Elasticität der Muskeln tritt erst nach dem Erlöschen der Irritabilität und der electrischen Strömungen in denselben (*du Bois*) auf, was mithin zeigt, dass dieselbe in einer bestimmten Beziehung zu den Lebensverhältnissen der Muskeln steht.

§. 79.

Entwicklung des Muskelsystems. Die Muskeln, Sehnen sammt ihren accessorischen Organen bilden sich aus dem animalen Blatte der Embryonalanlage und zwar die des Kopfes und Rumpfes zuerst und erst nachträglich die der Extremitäten. Die ersteren entwickeln sich von zwei zu beiden Seiten der Leibesaxe gelegenen Bildungsstreifen aus, die nach der Schliessung von Bauch- und Rückenplatten in dieselben hineinwachsen und in der vordern und hintern Mittellinie schliesslich zur Berührung kommen; die letzteren, zu denen auch die zwei oberflächlichen Schichten der Rückenmuskeln gehören, in den Anlagen der Extremitäten, die mit ihrem Gürtel nach oben und unten die eben beschriebenen Bildungsstreifen umwachsen und mit der eigentlichen Extremität aus der Mitte des Gürtels frei hervortreten. Nach dem was die Beobachtungen von *Valentin*, *Schwann*, *Bendz* und mir an Thieren lehren, bestehen die bezeichneten Anlagen des Muskelsystems anfänglich aus denselben Bildungszellen, welche den übrigen Leib der Embryonen zusammensetzen, und aus denselben entwickeln sich erst nach und nach durch histiologische Differenzirung die Muskeln, Sehnen u. s. w. Beim Menschen werden die Muskeln erst am Ende des zweiten Monates deutlich, sind jedoch anfänglich nur für das bewaffnete Auge als das zu erkennen, was sie wirklich sind. *E. H. Weber* (I. pg. 405) konnte bei einem

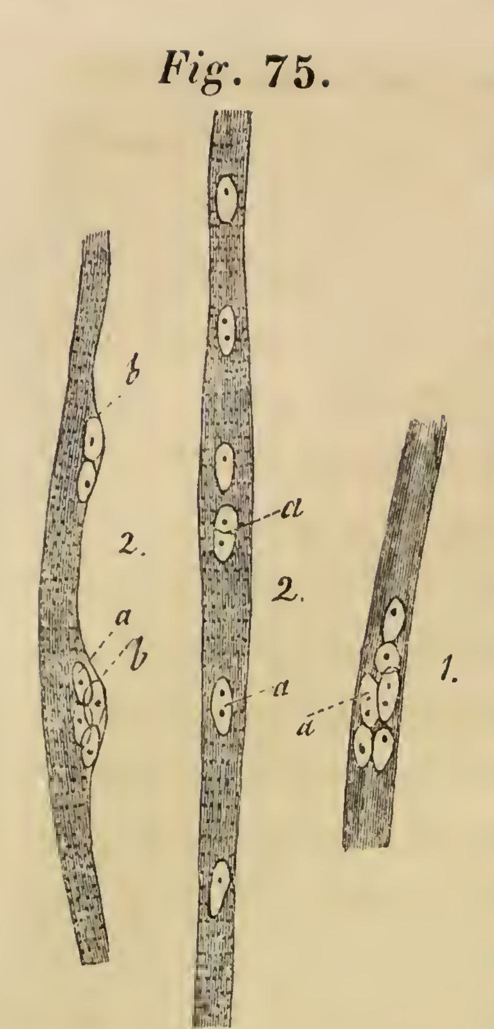
5½‴ langen menschlichen Embryo noch nichts von Muskeln erkennen, fand dagegen bei einem 8½‴ langen Embryo die ersten Spuren. Ich selbst sah dieselben bei einem Embryo aus der 8ten bis 9ten Woche schon recht deutlich zum Theil schon von Auge, selbst an den zwei ersten Abschnitten der in der Anlage begriffenen Extremitäten, so dass ich annehmen muss, dass dieselben schon in der 6ten oder 7ten Woche mit dem Mikroskope zu entdecken sind. Dieselben waren weich, blass, gallertartig, durchscheinend und von ihren Sehnen nicht zu unterscheiden. In der 10ten bis 12ten Woche erkennt man sie namentlich an Weingeistexemplaren recht gut und nun treten auch ihre Sehnen als etwas hellere, jedoch ebenfalls durchscheinende Streifen auf. Im 4ten Monate werden Muskeln und Sehnen noch deutlicher, erstere am Rumpfe leicht röthlich, letztere weniger durchscheinend, graulich, doch sind beide noch weich. Von nun an gestalten sich beide Theile immer mehr zu dem, was sie später sind, so dass sie beim reifen Embryo, ausser dass die Muskeln noch weicher und blasser und die Sehnen gefässreicher und weniger weiss sind, keine nennenswerthen Abweichungen mehr darbieten.

Die histiologischen Verhältnisse anlangend, so ist beim Menschen die erste Bildung der Muskelfasern noch nicht verfolgt. Bei dem erwähnten Embryo aus dem Ende des zweiten Monates waren die Primitivbündel in Gestalt langer, von Stelle zu Stelle knotig angeschwollener, 0,001—0,002‴ breiter Bänder zu sehen (Fig. 74.), welche in den verdickten Stellen längliche platte Kerne von 0,004—0,009‴ Länge und 0,0016—0,002‴ Breite besassen, entweder homogen oder fein granulirt waren und nur sehr selten eine ganz leise Andeutung von Querstreifen zeigten.

Fig. 74.

In Anbetracht dessen, was uns die Entwicklungsgeschichte der Muskelfasern aller Wirbelthiere lehrt, bin ich der Ansicht, dass diese Bänder durch Verschmelzung rundlicher, nachher etwas in die Länge gezogener Zellen entstanden sind und demnach jedes einer aus einer einzigen Zellenreihe entstandenen Röhre entsprechen. In weiterem Vorschreiten werden nun diese Muskelprimitivröhren

Fig. 74. Primitivbündel eines 8—9 Wochen alten menschlichen Embryo, 350mal vergr. 1. Zwei Fasern ohne Querstreifen, 2. Faser mit erster Andeutung von solchen. *a.* Kerne.



immer breiter und länger und entwickelt sich ihr Inhalt, das ursprüngliche Zellencontentum, zu den Muskelfibrillen. Im 4ten Monate (Fig. 75.) messen dieselben einem grossen Theile nach 0,0028 — 0,005‴, einige selbst 0,006‴, während andere freilich auch die Grösse von 0,0016 und 0,002‴ nicht übersteigen. Diese letzteren sind noch ganz ebenso beschaffen, wie die aus dem 2ten Monate, platt, mehr homogen und knotig, während die grösseren zwar noch immer abgeplattet, aber gleichmässig breit, auch bedeutend dicker sind als früher und die meisten deutliche Längs- oder Querstreifen und selbst isolirbare Fibrillen zeigen. Zum Theil schon in der Längsansicht, noch besser aber auf Querschnitten ergibt sich, dass bei vielen die Fibrillen nicht die ganze Dicke der Primitivröhren einnehmen, sondern peripherisch in Gestalt eines Rohres in denselben angelagert sind, während im Innern noch homogene Substanz wie früher sich findet, die nun wie ein Kanal innerhalb der Fibrillen erscheint. Alle Primitivröhren besitzen ein Sarcolemma (*b*), welches durch Essigsäure und Natron als ein sehr zartes Häutchen nachzuweisen ist und auch hin und wieder durch eingedrungenes Wasser von den Fibrillen sich abhebt; ausserdem zeigen dieselben wie anfangs Kerne, welche zwar hie und da ihre Lage im Innern der Röhren zu haben scheinen, jedoch überall, wo eine sichere Beobachtung möglich ist, sich als unmittelbar am Sarcolemma anliegend ergeben und dasselbe oft bauchig abheben. Dieselben messen wie früher 0,004— 0,008‴ Länge und 0,002 — 3‴ Breite, zeichnen sich aber namentlich an den stärkeren Bündeln dadurch aus, dass sie in einer energischen Vermehrung begriffen sind. Dieselben sind alle bläschenförmig, rundlich oder länglich, mit sehr deutlichen einfachen oder doppelten Nucleolis von 0,0004—0,0008‴, oft mit zwei Tochterkernen in ihrem Innern, und viel zahlreicher als früher, am häufigsten zu zweien dicht beisammen, oft aber auch gruppenweise zu 3, 4, selbst 6 neben und hintereinander gelagert. — Von nun an bis zur Geburt verändern sich die Muskelbündel nicht mehr bedeutend, ausser dass sie an Dicke zunehmen. Beim Neugebornen messen sie 0,0056 — 0,0063‴, sind, wenigstens nach dem was ich sehe, durch und durch solid, rundlich polygonal, je nach Umständen

Fig. 75. Primitivfasern eines 4 Monate alten menschlichen Embryo, 350 mal vergrössert. 1. Ein Bündel mit einer noch nicht faserigen hellen Masse im Innern, 2. Bündel ohne solche mit Andeutung von Querstreifen, *a*. Kerne, *b*. Sarcolemma.

längs- und quergestreift wie beim Erwachsenen, und mit ungemein leicht isolirbaren Fibrillen. Ihr Sarcolemma ist sehr deutlich und an der Innenfläche desselben sind bei Zusatz von Reagentien noch mehr Kerne als früher zu sehen, welche eine zum Theil längliche und selbst fadenförmige, zum Theil rundliche Gestalt besitzen und bald isolirt, bald von ihrer früheren Vermehrung her in Nestern beisammen sich finden.

Dem Bemerkten zufolge entsprechen die Primitivbündel der quergestreiften Muskeln einer Reihe verschmolzener länglicher Zellen. Das Sarcolemma ist die Summe der Zellmembranen der verschmolzenen Zellen, die Kerne der jüngsten Bündel die ursprünglichen Zellenkerne, die der älteren die Abkömmlinge dieser, die durch endogenen Process sich vermehrten. Die Muskelfibrillen sind fest gewordener differenzirter Inhalt der ursprünglichen Röhre, und bilden sich in vielen Fällen nachweisbar vom Sarcolemma aus nach innen, in andern vielleicht aber auch in der ganzen Röhre auf einmal.

Das Wachsthum der Gesammtmuskeln kommt meiner Meinung nach vor allem auf Rechnung der Längen- und Dickenzunahme der Primitivbündel, dagegen ist es noch unausgemacht, ob bei der ersten Anlage der Muskeln auch die Anlage zu allen den spätern Primitivbündeln gegeben ist oder nicht. Man könnte geneigt sein aus dem Vorkommen von dünnen und dickeren Bündeln nebeneinander, wie ich es im vierten Monate sah, auf eine Nachbildung von Muskelelementen zu schliessen, allein ich muss bemerken, dass ich trotz aller darauf verwandten Mühe nicht im Stande war, bestimmte Daten für eine solche aufzufinden, es sei denn der schon *Valentin* und *Schwann* (pg. 157) bekannte Umstand, dass bei jungen Embryonen neben den Muskelfasern noch indifferente Bildungszellen sich finden, von denen es unausgemacht ist, ob sie alle in *Perimysium internum* sich umwandeln, wie *Valentin* annimmt. Auf jeden Fall ist so viel sicher, dass gegen das Ende des Fötallebens und nach der Geburt von einer solchen keine Rede sein kann und dass um diese Zeit die Vergrösserung der Muskeln nur auf Rechnung ihrer alten Elemente kommt. Von einer Vermehrung der Muskelbündel durch Theilung, wie sie *Harting* für die zweite Hälfte des Fötallebens statuirt und von einer Verschmelzung mehrerer solcher zu grösseren Bündeln, die, wie derselbe Autor annimmt, nach der Geburt vorkommen soll, habe ich nie eine Spur gesehen und ich muss mich daher gegen diese Annahmen nicht bloss vom theoretischen, sondern auch vom thatsächlichen Standpuncte aus verwahren. Alles, was man sieht und auch leicht begreift, wenn man bedenkt, dass die Muskelprimitivröhren eigentlich verschmolzene Zellen sind, und daher wie diese Längen- und Breitenwachs-

thum besitzen können, ist 1) dass die Muskelbündel entsprechend der Längenzunahme des Muskels sich verlängern und 2) dass sie ebenfalls an Dicke zunehmen. Beim 4—5monatlichen Embryo (Fig. 76.) sind dieselben schon zum Theil fünfmal stärker als bei dem von zwei Monaten, beim Neugebornen (Fig. 77.) sind sie gröstentheils zweimal stärker als im 4ten bis 5ten Monat, zum Theil selbst drei und viermal, und beim Erwachsenen betragen sie ungefähr fünfmal mehr als beim Neugebornen. Mit der Dicke der Bündel müssen auch die Fibrillen an Zahl zunehmen, da sie nach *Harting* beim Erwachsenen nur um weniges dicker sind als beim Fötus, das Wie ist jedoch gänzlich unbekannt. — Das Perimysium entwickelt sich, wie ich übereinstimmend mit *Valentin* und *Schwann* finde, nach dem Typus des gewöhnlichen Bindegewebes aus spindelförmig gewordenen verschmelzenden Bildungszellen.

Fig. 76.

Fig. 77.

Die Elemente der Sehnen sind auf keinen Fall früher ausgebildet als die der Muskeln, wie *Valentin* angibt (pg. 253), indem es mir bei dem oben erwähnten Embryo aus der 8ten bis 9ten Woche nicht möglich war, eine bestimmte Spur derselben zu finden, während doch die Muskelfasern recht deutlich erschienen. Wohl glaubte ich hie und da etwas ihnen ähnliches zu sehen, allein ich war nicht im Stande, diese Anlagen von andern Bindegewebsformationen sicher zu unterscheiden. Erst im 3ten und 4ten Monate, wo sie auch für das blosse Auge deutlich werden, lassen sich ihre Elemente mit Bestimmtheit verfolgen und ergeben sich als lange parallele Bänder mit länglichen Kernen, die, wie *Schwann's* (pg. 147) und meine Beobachtungen an sehr jungen Säugethieren lehren, aus verschmolzenen spindelförmigen Zellen hervorgegangen sind. Schon im 4ten Monat sind dieselben deutlich als Primitivbündel zu erkennen (Fig. 78.), wellenförmig gebogen und von Stelle zu Stelle mit länglichen Kernen von 0,0035—0,006''' Länge und 0,0016''' Breite versehen, jedoch ohne deutliche Fibrillen und nicht breiter als 0,0012—0,0016'''. Von nun an nehmen die Bündel bis zum Ende des Embryonallebens langsam an Breite zu, so dass sie beim Neugebornen 0,002—0,0025''' messen und zugleich entwickeln sich ihre Fibrillen und zwischen den Bündeln Kernfasern und

Fig. 76. Einige Primitivbündel eines 5monatlichen Embryo, 250 mal vergr.
Fig. 77. Einige Primitivbündel eines Neugebornen, 250 mal vergr.

Fig. 78.



spindelförmige Kerne, wahrscheinlich durch Umwandlung ihrer früheren Kerne. Vergleicht man mit diesen Bündeln die der Erwachsenen, die 0,006—0,008''' messen, so sieht man, dass die Sehnenbündel von ihrer ersten Entstehung an continuirlich an Dicke zunehmen, so dass ihr Verhältniss beim 4monatlichen Fötus, dem Neugebornen und dem Erwachsenen ungefähr wie 1 : 1,8 : 6 ist und dass daher auf jeden Fall ein guter Theil des Wachsthumes der Sehnen auf Rechnung der Zunahme ihrer Bündel an Dicke und auch an Länge zu setzen ist. Nach *Harting* (*Rech. microm.*, pg. 56) und auch nach meinen Messungen scheint jedoch die Zunahme der ursprünglich angelegten Bündel nicht ausreichend, um die Gesammtvergrösserung der Sehnen zu erklären, und es ist wohl nothwendig anzunehmen, dass auch nach der ersten Anlage der Sehnen während des Fötallebens noch neue Bündel derselben entstehen.

Da hier nicht der Ort ist, ausführlich auf die Entwicklung der Muskel- und Sehnenelemente einzugehen, so sage ich nur so viel, dass meine Beobachtungen, die mit denen von *Schwann* ganz übereinstimmen, vorzüglich auf die Batrachier sich stützen (siehe *Ann. des scienc. nat.* 1846), bei denen der Grösse der Bildungszellen der Embryonen wegen die Entwicklung der Gewebe sehr schön zu verfolgen ist (siehe auch *Kramer*, in *Müll. Arch.* 1848). Aber auch bei Säugethieren und Vögeln sieht man, wie ich mit *Schwann* behaupten muss und wie auch *Bendz* (pg. 384, 385) und *Günther* (pg. 369) angeben, so viel ganz bestimmt, dass die Bündel aus einfachen Zellenreihen sich entwickeln. *Reichert's* und *Holst's* (l. c.) neuere Angaben (*Müll. Arch.* 1847, *Jahresber.* pg. 17), nach denen die Muskelfibrillen selbst aus spindelförmigen Zellen hervorgehen, muss ich, wie ich schon früher (*Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. I, pg. 214) andeutete, so auch jetzt noch für ganz unrichtig erklären, fühle mich jedoch nicht bewogen, auf eine weitläufige Widerlegung derselben einzugehen, da es wohl Niemandem, ausser den etwaigen Anhängern der *Reichert*'schen Continuitätstheorie gelingen wird, in embryonalen Muskelbündeln, wie sie in Fig. 70 gezeichnet sind, die noch nicht vorhandenen Fibrillen aus Zellen entstehen zu lassen. Auch der ältern Ansicht von

Fig. 78. Ein Stückchen der Achillessehne eines 4monatlichen Embryo, 250mal vergr. *a. a.* isolirte Sehnenbündel. Die dunkleren Stellen sind zum Theil durch die Kerne in den Bündeln bewirkt.

Valentin, nach der die Fibrillen und das Sarcolemma secundäre Umlagerungen um eine ursprüngliche Zellenreihe sind, kann ich nicht huldigen, obschon *Henle* sich so ziemlich an dieselbe angeschlossen hat. Letzterer hatte gegen die Ansicht von *Schwann* vorzüglich den Einwurf erhoben, dass die Kerne der Bündel der Erwachsenen unmöglich mit denen der Embryonen identisch sein können, weil dieselben oft in einer und derselben Höhe sich befinden, längsoval sind und unmittelbar am Sarcolemma anliegen, während sie bei diesen nach *Schwann* im Innern der sich bildenden Fibrillen und reihenweise hintereinander vorkommen und querovale Gestalt besitzen. Hiegegen ist zu bemerken erstens, dass *Schwann* nur aus den Rückenmuskeln eines 3½″ langen Schweinefötus Kerne im Innern der Muskelbündel beschreibt, dagegen in den Extremitätenmuskeln eines 7″ langen Embryo desselben Thieres Alle Kerne oberflächlich dicht am Sarcolemma fand, wie ich es auch für menschliche Embryonen bestätigen kann, bei denen allerdings hie und da die Kerne im Innern der Bündel zu liegen scheinen, in weitaus den meisten Fällen jedoch bestimmt äusserlich sind. Diese oberflächliche Lage der Kerne ist offenbar ein ganz primitiver Zustand, wie es auch meine Beobachtungen bei Batrachiern ergeben (l. c.), bei denen zwei etwas differente Modi der Entwicklung der Muskeln, in den einen Fällen mit centraler in den andern mit oberflächlicher Lagerung der Kerne der ursprünglichen Bildungszellen sich finden, und daher widerstreiten auch die Verhältnisse der Erwachsenen den embryonalen keineswegs. Zweitens die Zahl und Stellung der Kerne anlangend, so finde ich eben, wie schon *Remak* (l. c.), dass dieselben äusserst energisch sich vermehren und so oft zu mehreren in eine Höhe zu liegen kommen. Hiermit möchten *Henle's* allerdings vollkommen gegründete Bedenken gehoben sein.

Harting zieht nach Untersuchungen dreier Muskeln eines 4monatlichen Fötus, zweier Neugebornen und dreier Erwachsenen den Schluss, dass die Zahl der Primitivbündel in den angegebenen Altern im Mittel sich wie die Zahlen 100, 457 und 177 verhalte und erklärt das ungemeine Ueberwiegen der Bündel beim Neugebornen dadurch, dass während des Fötallebens die Bündel durch Theilung sich vermehren und nach der Geburt mehrere zusammen verschmelzen. Ich gestehe, dass wenn auch *Harting's* Schluss vollkommen gut begründet wäre, ich doch seine Erklärung als nicht auf Beobachtungen gestützt, mit den anatomischen Verhältnissen unvereinbar und gegen alle Analogie durchaus verwerfen müsste, allein ich kann selbst den von ihm mitgetheilten Zahlen nicht so grosse Beweiskraft zuschreiben, da sich dieselben nur auf einige wenige Beobachtungen stützen und schon diese sehr wechselnde Resultate ergeben haben. Namentlich scheint mir der Schluss, dass die Bündel nach der Geburt an Zahl abnehmen, auf sehr schwachen Füssen zu stehen, da *Harting's* Zahlen (auf pg. 60) selbst ergeben, dass die Querschnitte der Muskeln der Neugebornen und der Erwachsenen in mehreren Fällen sich ganz ebenso zu einander verhalten, wie die Dicke der Bündel. Eher möchte sich nach den vorliegenden Zahlen eine Zunahme der Bündel auch an Zahl von ihrer ersten Entstehung an bis zur Geburt rechtfertigen lassen, obschon auch hier die geringe Menge von Beobachtungen Anstoss erregt, ebenso der Umstand, dass die Abplattung der Bündel beim Fötus nicht berücksichtigt, vielmehr dieselben alle für

polygonal genommen wurden. Uebrigens darf ich nicht unterlassen noch anzuführen, dass *H.* selbst (pg. VII.) seine Schlüsse nicht für allgemein gültig erklärt und die Nothwendigkeit einer grösseren Zahl von Berechnungen anerkennt.

Die geschilderte Entwicklungsgeschichte der quergestreiften Muskelbündel lehrt, dass dieselben aus verschmolzenen Zellen gebildeten Röhren mit eigenthümlich modificirtem Inhalt entsprechen. Mithin unterscheiden sich dieselben ganz fundamental von den Elementen der glatten Muskeln, die, wie ich gezeigt habe, verlängerte Zellen sind, und stellen jedes gewissermassen eine Längsreihe von den Faserzellen dieser Muskeln dar. In der Thierwelt finden sich den quergestreiften Bündeln des Menschen und der Säugethiere ganz gleiche Muskelelemente bei den drei niederen Wirbelthierklassen, den Insecten, Spinnen und Crustaceen. Bei den Annulaten und Mollusken finden sich bei den meisten auf den ersten Blick glatte Muskeln (siehe *Holst* l. c.); dieselben gehören jedoch (siehe auch *Leydig* in *Zeitschrift f. wiss. Zool.* Bd. I. und Bd. II.) in dieselbe Kategorie wie die quergestreiften, indem sie ebenfalls die Bedeutung von verschmolzenen Zellenreihen haben, nur fehlen denselben oft die Querstreifen und gesonderte Fibrillen, so dass sie, besonders da sie auch oft eine Höhlung besitzen, mehr den embryonalen quergestreiften Fasern gleichen. Glatte Muskeln mit Elementen, wie ich sie bei Wirbelthieren nachgewiesen, kennt man noch bei keinem wirbellosen Thier.

In pathologischer Beziehung hebe ich Folgendes hervor. Die Substanz der quergestreiften Muskeln regenerirt sich nicht und Muskelwunden heilen einfach durch einen sehnigen Callus. Auch eine Neubildung derselben ist noch nicht hinlänglich constatirt (siehe *Bardeleben* in *Arch. f. path. Anat.* I. pg. 487), indem auch der Fall, den *Rokitansky* neulich (*Zeitschrift der Wiener Aerzte* 1849, pg. 331) bei einer Hodengeschwulst eines 18jährigen Individuums beschreibt, weil über den Sitz der Geschwulst nichts angegeben ist, noch die Deutung zulässt, es stammen die Muskelfasern von dem bekanntlich quergestreifte Muskelfasern führenden *Gubernaculum Hunteri* ab. Wie bei Hypertrophien, die mit Ausnahme der Zunge, des Herzens und gewisser Athemmuskeln (*Bardeleben* l. c.), bei quergestreiften Muskeln vielleicht gar nicht oder wenigstens höchst selten vorkommen (*Romberg*, *Nervenkr.* pg. 291, nimmt solche auch nach langandauernden Krämpfen an, jedoch ist, wie mir scheint, dieser Punct noch nicht hinreichend begründet), die Elemente sich verhalten, ist ebenso unsicher als bei der Dickenzunahme der Muskeln durch Uebung, entweder durch Wachsthum der vorhandenen Muskelbündel oder durch Hinzutreten neuer, welches letztere wohl, ohne zu irren, bei den exquisiten Graden pathologischer Volumenszunahme der eigentlichen Muskelsubstanz statuirt werden kann. Atrophien der Muskeln sind sehr häufig, so im höhern Alter, bei Lähmungen, namentlich der Zunge und bei der Bleikrankheit, bei Entwicklung vom Krebs, fibroidem Gewebe (in Folge von Entzündung), von Fett in denselben u. s. w., doch sind die dabei stattfindenden Vorgänge noch wenig erforscht. Ich finde im höhern Alter die Bündel schmal, zum Theil nur von 0,004—0,008‴ Durchmesser, leicht zerfallend, meist ohne Querstreifen und mit undeutlichen Fibrillen, dagegen gelbliche oder braune

Körner bis zu 0,001‴ oft in sehr grosser Menge und sehr viele bläschenförmige Kerne mit Nucleolis enthaltend, die oft in langen continuirlichen Reihen oder gehäuft innen am Sarcolemma anliegen und eigenthümlicher Weise dieselben bestimmten Zeichen einer energischen Vermehrung durch endogene Bildung darbieten, wie die der Embryonen (siehe in diesem §.). Bei der fettigen Degeneration werden die Muskelbündel durch Bindegewebe und Fettzellen, die zwischen ihnen sich entwickeln, nach und nach verdrängt, während sie zugleich kleine Fettkörnchen an der Stelle der allmälig schwindenden Fibrillen in grosser Zahl in sich entwickeln. Gelähmte Muskeln fand *Reid* (*On the relation between muscular contractility and the nervous system*, *Edinburgh monthly Journ. of med.* 1841) dünner, weicher, blasser und *Valentin* (*Phys.* 2. Aufl. 2 Th. St. 62) sah in solchen die Querstreifen undeutlich oder geschwunden und durch Wasser, Alkohol etc. nicht mehr sich erzeugend, dagegen waren Längsstreifen da, allein ebenfalls nicht wie gewöhnlich, sondern mehr wie in macerirten Muskeln. Später verschwanden die veränderten Bündel zum Theil und wurden theilweise durch Fett ersetzt. Aehnliches wie im höhern Alter sah ich auch bei einer Atrophie des *Pectoralis major* durch Krebs, Untergang der Fibrillen, Entwicklung von bräunlichen Körnchen und vielen Kernen sammt einer hellen Flüssigkeit in dem zurückbleibenden Sarcolemma, Verschmälerung der Bündel schliesslich bis zu 0,002—0,004‴ Breite; ausserdem glaube ich auch in vielen Bündeln die Entwicklung grosser, reihenweise gelagerter Zellen mit prächtigen Kernen, ganz wie sogenannte Krebszellen, gesehen zu haben. Wie bei Abgemagerten die Muskeln sich verhalten, ist unbekannt. *Donders* (pg. 267) sah bei 8 Monate fastenden abgemagerten Fröschen die Bündel schmäler, was er vorzüglich auf Rechnung der Abnahme der Substanz zwischen den Fibrillen schreibt. Ein Erblassen der Muskeln ist sehr häufig bei Wassersuchten, Chlorosis, Lähmungen, bei der Bleikrankheit, im Alter etc., in welchen Fällen vielleicht die häufig vorkommenden braunen oder gelblichen Körnchen aus einem Theile ihres Farbstoffes sich bilden; dasselbe ist meist mit Erweichungen derselben gepaart, bei welchen die Bündel keine deutlichen Querstreifen und Fibrillen mehr zeigen und äusserst leicht in viele Stückchen, selbst in einen Brei zerfallen. Beim Tetanus, bei dem oft Ruptur der Muskeln eintritt, sah *Bowman* (*Phil. Transact.* 1841, pg. 69) an den Bündeln viele knotige Anschwellungen mit sehr dicht stehenden Querstreifen und zwischen denselben entweder wirkliche Unterbrechungen der Fibrillen oder wenigstens eine bedeutende Dehnung und Desorganisation derselben, welche beide offenbar Folge starker und unregelmässiger Contractionen sind. In den Muskeln kommen Concretionen vor, namentlich als Verkreidung von Eiter, Tuberkeln und Cysticercusblasen, ferner auch wirkliche Knochen, z. B. der sogenannte Exercirknochen im Deltoideus und in andern Muskeln. Von Parasiten sind der nicht seltene *Cysticercus cellulosae* und die *Trichina spiralis* zu erwähnen, ferner beim Aal ein nematodenartiger Wurm, den *Bowman* (*Cyclop. of Anat.* II. pg. 512) lebend in dem fast ganz leeren Sarcolemma sah. Etwas diesem Letztern Analoges fand ich schon vor Jahren in den Bauchmuskeln der Ratte (ebenso v. *Siebold* und *Miescher* auch bei der Maus), nämlich 4—7‴ lange und 0,09—0,1‴ breite weisse Streifen,

die bei mikroskopischer Untersuchung als hohle Primitivbündel sich ergaben, die ganz mit elliptischen, leicht gebogenen Körperchen von 0,004 bis 0,005‴ Länge und 0,0019‴ Breite, offenbar Eiern, erfüllt waren. Die in Schläuche umgewandelten Stellen der Bündel hatten Wandungen von 0,009—0,01‴ Dicke mit Querstreifen und gingen an ihren Enden in ganz normale Bündel über.

§. 80.

Physiologische Bemerkungen. Die hervorragendste Eigenthümlichkeit der Muskeln ist ihre Contractilität. Vom anatomischen Standpuncte aus erhebt sich vor Allem die Frage, wie die Elemente derselben bei den Zusammenziehungen sich verhalten. Fassen wir zuerst die Primitivbündel als Ganze ins Auge, ohne auf ihre Elemente einzugehen, so ergibt sich als übereinstimmendes Resultat der neuern Untersuchungen, insbesondere derer von *Bowman* und *E. Weber*, dass dieselben bei jeder Zusammenziehung geradlinig sich verkürzen und zugleich dicker werden, ohne jedoch in irgend erheblicher Weise sich zu verdichten (eine geringe Verdichtung wird auch durch *E. Weber* constatirt). Zickzackbiegungen der Bündel, welche früher besonders *Prévost* und *Dumas* und viele nach ihnen als Zustand der contrahirten Muskeln beschrieben hatten, zeigen sich nach den neuern Erfahrungen (*Bowman, Owen, E. Weber*) gerade umgekehrt nur bei erschlafften Bündeln und auch da nicht unter natürlichen Verhältnissen, sondern nur wenn dieselben abgeschnitten und ohne alle Spannung sind. Bei willkürlicher Thätigkeit eines lebenskräftigen Muskels treten die Contractionen höchst wahrscheinlich in der Regel in allen Theilen eines Bündels gleichzeitig ein, wie es *E. Weber* bei seinen Versuchen mit dem Rotationsapparate gesehen hat und ich nach meinen Beobachtungen bestätigen kann, womit jedoch natürlich nicht gesagt sein soll, dass nicht die Stellen, wo die Nervenendigungen sich finden, eigentlich doch zuerst sich verkürzen und um einen ganz unmessbaren, wenigstens unserm Auge entschwindenden Zeitraum den andern voraneilen. Unter gewissen Verhältnissen beobachtet man aber auch successiv fortschreitende und partielle Contractionen. Die letztern nimmt man als gegen den Willen geschehende Zuckungen nicht selten an sich selbst wahr, namentlich nach grossen Anstrengungen, aber auch sonst an ganz unscheinbaren Stellen von ¼—1″, z. B. am *Pectoralis major*, *Orbicularis palpebrarum*, ferner auch krankhafter Weise bei Störungen der Innervation, ebenso in den Muskeln eben getödteter Thiere, namentlich am *Diaphragma*, den Bauchmuskeln, dem *Triangularis sterni*, den *Intercostales* etc., endlich auch an isolirten und mit allen Vorsichtsmaassregeln mikroskopisch untersuchten Bündeln wirbelloser Thiere, bei denen

häufig nicht blos beschränkte Stellen der Bündel, sondern selbst nur einzelne Gruppen von Fibrillen in denselben zucken. Nach *Remak* (l. c.) kommen auch im Randmuskel des Kiemendeckels und in dem Kiemenhautmuskel der Knochenfische zuckende Bewegungen vor, die den beschriebenen wahrscheinlich ganz analog sind und *Todd* und *Bowman* wollen solche selbst in Folge eines ganz localen mechanischen Reizes an isolirten Bündeln haben entstehen sehen (pg. 175). Die fortschreitenden Contractionen sieht man häufig bei wirbellosen Thieren, namentlich Insectenlarven, wenn man dieselben im Momente des Absterbens ganz untersucht, nach *Remak* auch im Zwerchfell und Herzen höherer Thiere. In diesen Fällen beginnt die Zusammenziehung an einer beliebigen Stelle, z. B. am Ende eines Bündels und schreitet von da, ohne Nachlass an der zuerst ergriffenen Stelle, auf alle Theile desselben fort, dann tritt Relaxation ein und sehr häufig noch eine oder mehrere Contractionen wie die erste. Andere Male gleicht das Phänomen mehr einer peristaltischen Bewegung, indem Verkürzung mit gleich darauffolgendem Nachlass mit grosser Schnelligkeit von Ort zu Ort rückt. Obschon es nicht wahrscheinlich ist, dass Contractionen wie diese zuletztgenannten bei willkürlichen Muskeln auch während des Lebens vorkommen, so wird man dieselben doch im Auge behalten müssen, da sie ganz bestimmt den glatten Muskeln, deren Elemente freilich ganz andere sind und auch zum Theil dem Herzen zukommen, in welch letzterem die successive fortschreitende Contraction, von den *Ostia atrioventricularia* zur Herzspitze z. B., eine nicht zu läugnende Thatsache ist. — Als nicht den lebenden Muskeln angehörende Phänomene, oder wenigstens als solche von zweifelhafter Natur, müssen dagegen alle die Bewegungen angesehen werden, die man beim Zusatze von Wasser an isolirten Bündeln beobachtet (*Bowman*, *Valentin*), wie z. B. pendelartige Schwingungen derselben, Beugungen und Knickungen, Umstülpungen der Enden, langsame Zusammenziehungen. Da bekanntlich Wasser die Irritabilität der Muskeln sehr schnell vernichtet, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass diese und ähnliche Verhältnisse der Muskeln mit den elastischen Eigenschaften derselben zusammenhängen, die, wie oben schon gemeldet wurde, namentlich bei ersterbenden Muskeln namhafte Aenderungen erleiden.

Beobachtet man, während die Muskeln sich zusammenziehen, ihre Längs- und Querstreifen, so fällt es nicht schwer nachzuweisen, dass, wo erstere vorhanden sind, dieselben während der Contraction verschwinden und Querstreifen Platz machen und dass die letzteren, wo sie schon da waren, deutlicher werden und sich näher rücken. Diese Thatsache,

die sich schon bei *Lauth* angedeutet findet, vorzüglich aber von *Bowman* mit Bestimmtheit nachgewiesen wurde, ist von grosser Wichtigkeit, indem sie uns einen deutlichen Fingerzeig über die bei der Contraction der Bündel betheiligten Elemente gibt. Erinnern wir uns, dass dieselben, wie oben auseinandergesetzt wurde, schon im Leben aus meist varicösen Fäden bestehen und dass ihre Querstreifung nur von diesen herrührt, so werden wir mit Bestimmtheit auf diese Fibrillen als die vor allem verkürzungsfähigen Elemente geführt und zur nähern Erforschung der Verhältnisse derselben aufgefordert. Die Fragen, die sich aufdrängen, sind: Wie verhalten sich die einzelnen Fibrillen, namentlich deren Varicositäten während der Contraction und welche ist die Bedeutung dieser letzteren? *Ad* 1) kenne ich nur Ein Object, bei dem man an eine experimentelle Lösung der Frage denken könnte und zwar die Thoraxmuskeln mit leicht isolirbaren Fibrillen von Insecten; ich habe mich jedoch bisher vergeblich bemüht, ganze Bündel derselben oder einzelne Fibrillen nach der Methode von *E. Weber* mit dem Rotationsapparate zur Contraction zu bringen und kann nur folgende, mehr indirecten Beobachtungen beibringen. Untersucht man die erwähnten Fibrillen möglichst frisch und mit den gehörigen Vorsichtsmaassregeln, so wird man überrascht, dieselben bei verschiedenen Thieren und oft auch bei einem und demselben Individuum in sehr wechselnden Zuständen zu finden. Bald nämlich sind dieselben fast ohne Querstreifen und sehr blass, bald dunkler und mit deutlicheren Querlinien, bald endlich sehr ausgezeichnet quergeringelt und mit diesen Zuständen gehen dann auch die Dicke der Fibrillen und die Entfernungen der Querstreifen Hand in Hand, so dass die Fibrillen mit der deutlichsten Streifung fast noch einmal so breit sind als die andern und beinahe noch einmal so dicht stehende Querlinien haben. Es wird nun nicht zu gewagt sein, diese Zustände der Fibrillen mit denen der Bündel zu parallelisiren und dieselben als den Veränderungen der letztern während der Contraction analog zu betrachten, dagegen möchte es wohl schwierig sein, sich über das eigentliche Verhalten der Fibrillen während des Auftretens ihrer verschiedenen Formen Rechenschaft zu geben, besonders auch, weil die Beziehung der Querstreifen zu den Contractionen der Muskelbündel noch

Fig. 79.

Fig. 79. Primitivfasern der Flügelmuskeln der Schmeissfliege, 350mal vergr. *a.* Dünne Fibrille mit entferntstehenden zarten Querstreifen, *b.* dickere Faser mit dichter stehenden, abwechselnd stärkeren und schwächeren Streifen, *c.* noch dickere Fibrille mit noch dichteren Streifen, *d.* Fibrille mit halbseitigen, alternirend stehenden Erhebungen (dieselben sind zu dunkel ausgefallen).

nicht vollständig im Reinen ist. Ich habe oben die Querstreifen an Bündeln und Fibrillen einfach als etwas sehr häufig vorkommendes hingestellt, ohne diesen Punct zu berühren. Meiner Ansicht nach stehen die Querstreifen in keinem wesentlichen, innern Zusammenhang zur lebendigen Contraction der Bündel, sondern sind einfach ein Ausdruck der denselben und den Fibrillen innewohnenden Elasticität. Dieselben finden sich daher auch und fast am schönsten an todten Muskeln, vor Allem während des *Rigor mortis*, ferner an gekochten, in Spiritus aufbewahrten, halb macerirten Muskeln, während sie an ganz frischen, mit Wasser behandelten Präparaten häufig vermisst werden. *Will* und *Valentin* (pg. 712) parallelisiren dieselben theilweise den Querbändern der Sehnen, welche auf Schlängelungen ihrer Bündel beruhen, noch besser wäre die Vergleichung mit den wirklichen feinen Querstreifen mit Essigsäure behandelter Bindegewebsbündel, auf die *Henle* zuerst aufmerksam gemacht hat, die, obschon blasser als die der Muskeln, doch die täuschendste Aehnlichkeit mit denselben haben und offenbar auf nichts anderem als auf dem Varicöswerden der Fibrillen der durch die Essigsäure verkürzten, aber aufgequollenen Bündel beruhen. Dem Bemerkten zufolge ist meine Auffassung der Querstreifen und der Varicositäten der Fibrillen die: Die Fibrillen bestehen aus einer, zwar mit geringer, aber sehr vollkommener Elasticität versehenen Substanz (siehe §. 77.) und sind daher durch mechanische Einwirkungen einer sehr bedeutenden Verlängerung und nachherigen Verkürzung fähig. Im ausgedehnten Zustande sind sie glatt und dünn, im verkürzten nehmen sie regelmässige Varicositäten an und werden zugleich dicker. Die lebendige Zusammenziehung betrifft bald physikalisch ausgedehnte bald verkürzte Muskeln und ertheilt den Elementen derselben keine besondere morphologische Eigenthümlichkeit, sondern führt sie nach Allem, was wir zu sehen vermögen, in dieselbe Form, die sie auch unabhängig von den Lebenseinflüssen annehmen, mithin bald zu mehr, bald zu weniger ausgeprägten Varicositäten. Ob, wie die Formen der Muskelfibrillen, so auch die eigentlichen Ursachen, die denselben ihre Entstehung geben, bei der lebendigen und elastischen Verkürzung dieselben sind, ist schwer zu sagen. Ihrem Auftreten in den todten sich verkürzenden Fasern könnte eine ursprüngliche Bildung zu Grunde liegen, wenn z. B. die Fibrillen uranfänglich aus dickeren und dünneren Theilen beständen, allein wir wissen aus der Entwicklungsgeschichte, dass die Muskelfibrillen anfangs ohne (wenigstens sichtbare) Varicositäten sind und erst nachträglich solche bekommen, wenn ihre Substanz sich consolidirt, ähnlich wie auch die Schlängelungen der Bindegewebsbündel (in Sehnen z. B.) nicht von Anfang an vorhanden sind und daher könnte

man, wenn man nicht eine nachträgliche Umwandlung der glatten Fasern in varicöse statuiren will, einfach annehmen, dass dieselben Folge der ins Leben getretenen elastischen Kräfte der Fibrillen, Folge der physikalischen Verkürzung derselben sind. Durch eine solche lassen sich an geraden Fibrillen in doppelter Weise Schlängelungen und Varicositäten erzeugen, 1) wenn dieselben, obschon bei anfänglich überall gleicher Dicke, nicht an allen Stellen denselben Grad von Consistenz und Zusammenhalt besitzen, 2) wenn weiche Fäserchen in einem nachgebenden Medium sich verkürzen, so dass ihnen nicht stricte die gerade Linie vorgezeichnet ist. Das letztere passt offenbar auf die Schlängelungen der Fasern des elastischen Gewebes und des geronnenen Faserstoffes, vielleicht auch die der Sehnenfasern; das erstere könnte bei den Muskelfibrillen gelten, bei denen das Zerfallen in die Quere (*Bowman's Discs*) und in Körnchen auf eine nicht überall gleiche Festigkeit hindeuten. Sei dem wie ihm wolle, mögen die Varicositäten der Fibrillen in einem in der Entwicklung begründeten Formverhältnisse oder in einem erst bei der Verkürzung sich kundgebenden nicht überall gleichen Zusammenhalt beruhen, so möchte ich doch glauben, dass dieselben im physikalisch und lebendig sich verkürzenden Muskel auf derselben Ursache fussen. Wenigstens sehe ich bei der morphologischen vollkommenen Uebereinstimmung zwischen physikalisch verkürzten und lebendig contrahirten Muskeln keinen Grund ein, bei den letztern die Querstreifen anders zu deuten als bei den ersten und etwa partielle Contractionen der Fibrillen nur an den Varicositäten anzunehmen. Ich bin der Ansicht, dass die Fibrillen *in toto* und überall mit gleicher Energie sich verkürzen und dass die Querstreifen nur in Folge eines der beiden oben berührten Momente entstehen. — Uebrigens kann ich nicht umhin zu bemerken, dass ich es für sehr leicht möglich halte, dass auch Verkürzungen der Fibrillen (dieser und jener Art) ohne alle Querstreifenbildung vorkommen, da man ja sehr häufig Bündel unter Verhältnissen, wo man zu glauben berechtigt ist, dass sie physikalisch oder lebendig verkürzt sind, ohne alle Querstreifen sieht, eine Vermuthung, die durch die Inconstanz der Querstreifen bei vielen wirbellosen Thieren (Molluskeln, Anneliden z. B., siehe *Leydig* in *Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. I. u. II.) nur unterstützt wird.

Noch sind die Verhältnisse des Sarcolemma und der Bindesubstanz zwischen den Fibrillen bei der Contraction zu erwähnen. Da ersteres, wie oben gezeigt wurde, kein Bindegewebe ist, sondern die Bedeutung von verschmolzenen Zellmembranen hat, welche bekanntlich an einigen Orten bestimmt Contractilität besitzen, so lässt sich wohl die Frage aufwerfen, ob dasselbe an den Verkürzungen der Bündel in activer Weise

sich betheiligt oder nicht. Ich kenne keine Thatsache, welche dieselbe sicher zu beantworten im Stande wäre, und will daher nur bemerken, dass daraus, dass das Sarcolemma bei normalen Zusammenziehungen den Fibrillen gänzlich folgt, mit ihnen kürzer und weiter und wieder länger und enger wird, noch nicht auf eine selbständige Contraction desselben geschlossen werden kann, indem ganz dasselbe auch unter der Voraussetzung, dass dasselbe elastisch ist und den Muskelfäserchen dicht anliegt, stattfinden muss, wie denn auch ähnliche Vorgänge bei dem bestimmt nicht zusammenziehungsfähigen *Perimysium internum et externum* und den Muskelfascien vorkommen. Da an frisch untersuchten Bündeln, obschon hie und da in Folge der Präparation das Sarcolemma an einzelnen Stellen frei zu Tage kommt, von Contractionen und Veränderungen desselben nichts wahrgenommen wird, nicht selten dagegen die Fibrillen innerhalb ihrer platten und geraden Scheide leicht geknickt und contrahirt zu sehen sind, da ferner auch das Sarcolemma in chemischer Beziehung von den doch offenbar contractilen Fibrillen abweicht und dem elastischen Gewebe sich annähert, so bin ich eher geneigt, dasselbe als nur passiv bei den Contractionen betheiligt anzusehen. Dasselbe möchte noch bestimmter von der die einzelnen Fibrillen vereinenden eiweisshaltigen Flüssigkeit zu statuiren sein, so dass mithin nicht die Muskelbündel *in toto*, sondern nur die Fibrillen als contractile Elemente anzusehen sind, welcher Ausspruch durch den Umstand, dass bei den glatten Muskeln und vielen Muskeln wirbelloser Thiere (solchen, die keine Fibrillen zeigen) andere Verhältnisse vorkommen, nicht erschüttert wird.

Ueber die Ursachen, welche die Contractionen der Muskeln veranlassen und bedingen, sich weiter auszulassen, ist hier nicht der Ort, ich bemerke daher nur Folgendes. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Fähigkeit der Verkürzung der Muskelsubstanz eigenthümlich innewohnt und durch die Nerven gewissermassen nur in die Erscheinung gerufen wird, dagegen ist ebenso sicher, dass annoch keine ganz schlagende Thatsache vorliegt, welche beweist, dass die quergestreiften Muskeln auch ohne vorherige Einwirkung von Nerven sich verkürzen. Welche Vorgänge während der Verkürzung in den Fibrillen stattfinden, ist gänzlich zweifelhaft, doch ist zu hoffen, dass bei weiterer Verfolgung der Gesetze der elektrischen Strömungen in den Muskeln, auf der Bahn, welche *Du Bois Reymond* (*Untersuchungen über thier. Elektricität, Berlin* 1848 u. 49, I. u. II. 1) mit so grossem Erfolge betreten hat, auch in dieses noch dunkle Gebiet Licht dringen wird. Auch über die Art und Weise der Einwirkung der Nerven auf die Muskeln wäre es mehr als Kühnheit eine Aeusserung zu thun, da die Vorgänge in den Nerven noch

ebenso dunkel sind, wie die in den Muskeln selbst. Nur das kann hervorgehoben werden, dass den anatomischen Thatsachen zu Folge, welche lehren, dass bei vielen Geschöpfen die motorischen Nervenfasern nur mit wenigen Stellen der einzelnen Primitivbündel in Berührung kommen und nirgends in das Innere derselben eindringen, bei der Contraction eine Wirkung der Nerven in gewisse Fernen stattfinden muss. Ueber die Bedeutung der Schlingen in den Endigungen lässt sich vorläufig nichts sagen, ebenso wenig über die der Theilungen und freien Endigungen der Nervenfasern, wo sie vorkommen; was dagegen die Abwesenheit von Neurilem an den Enden der Muskelnerven und die hier constant zu findende Feinheit der Nervenröhren selbst betrifft, so wäre es leicht möglich, dass dieselben eine innigere Einwirkung der Nerven auf die Muskeln möglich machten.

Die Muskeln besitzen auch **Sensibilität**, doch verhält sich dieselbe etwas eigenthümlich, indem Stechen, Brennen und Schneiden derselben keine irgend nennenswerthen Empfindungen veranlassen, wogegen alle Muskeln nach länger fortgesetzter Thätigkeit, ebenso bei Krämpfen, schmerzhaft und gegen Druck sehr empfindlich werden und ein sehr feines Gefühl für ihre eigenen Contractionszustände haben, so dass sie im Stande sind, sehr wenig von einander abweichende Kraftanstrengungen zu unterscheiden. Der scheinbare Widerspruch zwischen diesen Thatsachen löst sich leicht, wenn man bedenkt, dass die Muskelnerven nur wenig sensible Fasern führen, wie dies ja an den Augenmuskelnerven z. B. leicht zu constatiren ist. Diese Fasern sind offenbar viel zu sparsam, um einen ganzen Muskel gegen äussere locale Einflüsse in irgend erheblichem Grade empfänglich zu machen, genügen aber doch, wenn sie durch die Zusammenziehung der Gesammtmuskelmasse in Anspruch genommen werden, um dem Sensorium von dem Grade des Druckes, den sie erleiden, Kenntniss zu geben und um bei überangestrengten Organen, in Folge der oft wiederholten Irritationen oder auch der nachfolgenden Compression bei der Steifigkeit der Muskeln, Schmerzen zu veranlassen. Vielleicht sind die wenigen Fasern, von deren Verbreitung über den Gesammtmuskel oben (§. 77.) die Rede war, sensible gewesen.

Ueber die elektrischen Erscheinungen in den lebendigen oder noch irritablen Muskeln bei ihren Contractionen und im Zustande der Ruhe oder über den sogenannten Muskelstrom vergleiche man vor Allem das angeführte Werk von *Du Bois Reymond*. Derselbe fand beim Frosch diese Ströme auch an isolirten Primitivfasern, welche keine Nerven an sich enthielten und wiess trotz mancher Uebereinstimmung doch ihre Verschiedenheit von denen in den Nerven nach. Bei der Erklärung dieser Ströme geht *Du Bois* von der, wie auch ich glaube, einzig richtigen Voraussetzung

aus, dass nicht die sichtbaren Elemente der Muskeln, sondern die unmessbaren Molecüle derselben bei denselben sich betheiligen, nimmt jedoch den gesammten Inhalt des Sarcolemma als eine gleichmässige Masse an. Dies ist, wie wir oben sahen, vom anatomischen Standpuncte aus nicht stichhaltig und es mus daher, meiner Meinung nach, die Erzeugung der elektrischen Ströme in die Fibrillen verlegt werden, in welchem Falle die zwischen denselben befindliche Substanz wohl einfach wie das Sarcolemma die Rolle eines leitenden Körpers übernimmt. — Die mechanischen Verhältnisse der Muskeln sind in trefflicher Weise behandelt in dem Artikel von *E. Weber*, aus welchem noch Folgendes hervorgehoben werden mag. Die Grösse der Verkürzung der Muskeln beträgt bei Experimenten an Thieren im Mittel $^3/_4$, bei kräftigen Muskeln selbst $^5/_6$. Die Kraft der sich verkürzenden Muskeln hängt *ceteris paribus* nicht von deren Länge, sondern nur von ihrem Querschnitte, d. h. demjenigen aller ihrer Primitivbündel ab, so dass ein langer und ein kurzer Muskel dieselbe Kraft ausüben, wenn die Summe der Querschnitte aller Muskelfasern bei beiden dieselbe ist. Da die Grössenverhältnisse der Primitivbündel bei einem und demselben Individuum in den meisten Muskeln (siehe oben die Ausnahmen) so ziemlich dieselben sind, kann man, ohne wesentlich zu irren, auch sagen, dass die Kraft der Muskeln von der Zahl ihrer Primitivbündel abhängt. Gefiederte Muskeln sind daher im Allgemeinen stärker, weil sie, obschon kurze, doch viel mehr Bündel haben als andere Muskeln von gleicher Länge und gleichem Querschnitt durch den gesammten Muskel. Nach *Schwann's* und *Weber's* Beobachtungen mindert sich bei jeder Contraction die Elasticität der Muskeln, und es müssen daher die unter dem Nerveneinflusse zu Stande kommenden Molecularbewegungen in denselben mit einer ganz eigenthümlichen Aenderung ihrer Substanz verbunden sein, welche jedoch gewiss nur als ein Nebeneffect zu betrachten ist. Die Verkürzungen der Muskeln sind verschieden, je nachdem sie mehr oder weniger Widerstand finden. Ist letzterer hinlänglich bedeutend, so kommt es zu keiner eigentlichen Bewegung eines Gliedes, d. h. die Insertions- und Ursprungsstellen eines Beugers z. B. nähern sich nicht, wohl aber tritt eine etwelche Verkürzung der Fasern desselben ein, in Folge welcher der Gesammtmuskel in Spannung übergeht. Diese letztere ist von der elastischen Spannung der Muskeln wohl zu unterscheiden, welche meist viel geringer ist. Was man Tonus der Muskeln genannt hat, beruht in den meisten Fällen nicht auf Contraction, sondern ist elastische Spannung; so halte ich dafür, dass die Stellung des Körpers im Schlafe, der Schluss der quergestreiften Sphincteren während desselben durchaus nicht mit einer Contraction verbunden ist, obschon allerdings eine solche vonnöthen ist, um den Körper in diese Lage zu bringen. Meiner Meinung nach sind im Schlafe alle Muskeln, natürlich mit Ausnahme der Athemmuskeln, im Zustande der Ruhe und nur durch ihre elastischen Kräfte gespannt und einander entgegenwirkend, verhalten sich demnach wie ein unterstützter Muskel am Tage. Wie z. B. ein *Biceps*, wenn er den Arm gebogen, sogleich seine Spannung verlieren kann, wenn der Arm unterstützt wird, so auch alle andern willkührlichen Muskeln, nur muss man nicht vergessen, dass eine solche Muskelruhe auf alle denkbaren Contractionsgrade folgen kann. Auch der contrahirte *Orbicularis*

oris kann ruhen und seine lebendige Spannung verlieren. Desswegen wird aber der Mund doch geschlossen bleiben, denn die elastischen Kräfte werden zwar, wie immer, nach einer Contraction eine etwelche Ausdehnung desselben bewirken, aber nicht im Stande sein den Mund zu öffnen, weil sie ungemein gering sind und die Schwere der Lippen nicht zu überwinden vermögen. Ich glaube an keinen Tonus, wenn man darunter eine auch ohne den Willenseinfluss zu Stande kommende (wenn auch zuerst von demselben angeregte) lang andauernde Contraction eines Muskels versteht, sondern bin der Ansicht, dass das Meiste, was man mit diesem Namen bezeichnet hat, nur elastische Spannung ist, die man mit der Contraction, auf die sie folgte, verwechselte. Nach Allem was wir wissen, sind die Nerven unter normalen Verhältnissen nicht im Stande, eine längere andauernde Contraction quergestreifter Muskeln hervorzurufen, wohl aber fähig, grosse Erfolge zu erzielen, wenn Contraction und Ruhe in gehöriger Weise mit einander wechseln, wie wir dies beim Gehen, Laufen u. s. w., beim Herzen und den Athemmuskeln zu beobachten Gelegenheit haben, und auch von den Experimenten von *E. Weber* (pg. 71) und *Valentin* (*Phys.* I. pg. 185) her wissen, denen zufolge, wie *E. Weber* fand, ein 42,1$^{m.m.}$ langer, durch den Rotationsapparat auf 19,7$^{m.m.}$ verkürzter Froschmuskel bei fortdauernder Einwirkung des Apparates schon nach 5 Secunden 20$^{m.m.}$ mass, nach 58,1 Secunden 30$^{m.m.}$ und nach 467 Secunden 40$^{m.m.}$, mithin fast seine ursprüngliche Länge besass, und 2) auch herausgeschnittene Muskeln durch Ruhe sich einigermassen erholen und dann von Neuem, wenn auch in geringerem Grade sich verkürzen. Die Bedeutung dieser Auffassung des sogenannten Muskeltonus, mit der *E. Weber* wohl einverstanden sein wird, da er, wenn auch ohne vom Tonus zu reden, an mehreren Stellen sich in ganz ähnlichem Sinne ausgesprochen hat (p. 105 u. fg.), für die Nervenphysiologie ist einleuchtend genug, aber auch die Pathologie kann von derselben bei Erklärung der Zurückziehung durchschnittener und der Verkürzung der Antagonisten gelähmter Muskeln Nutzen ziehen. Erstere ist, wie *E. Weber* richtig angibt, eine Folge der elastischen Kräfte und findet sich, wie ich sehe, nur an ausgedehnten gespannten Muskeln, nicht aber an verkürzten, welche bei der Durchschneidung gerade umgekehrt sich ausdehnen, wie man bei Fröschen leicht beobachten kann. Contractionen durch Nerveneinfluss treten allerdings bei Muskeldurchschneidungen auch ein, allein dieselben sind immer nur local und gehen gleich vorüber, ohne auf die Gestalt der Muskelwunde einen wesentlichen Einfluss zu haben. Die Verkürzungen der Antagonisten bei Lähmungen kommen weder auf Rechnung der elastischen Kräfte der nicht gelähmten Muskeln, da dieselben viel zu gering sind, um auf die Stellung eines Gliedes einwirken zu können, noch auf die des fortdauernden Tonus in denselben, sondern sind einfach Folge der willkürlichen Innervationen der noch wirksamen Muskeln, die, da sie keine Gegenwirkung von Antagonisten finden, die Glieder auf ihre Seite ziehen. Das Andauernde der nun folgenden schiefen Stellung erklärt sich, ohne dass man eine permanente Contraction anzunehmen braucht, leicht, wenn man bedenkt, dass solche Muskeln, deren Antagonisten gelähmt sind, nie mehr elastisch gespannt werden. Lässt z. B. bei der Bleikrankheit die erste Contraction nach Lähmung der Finger-

extensoren in den Beugern nach, so werden sich dieselben auch unter den günstigsten Verhältnissen nur so weit ausdehnen, dass sie ihre natürliche Form annehmen, was dann eine halbgebogene Stellung des treffenden Theiles nach sich ziehen muss. Ich fasse demnach auch den bleibenden Zustand der gesunden Gesichtshälfte bei halbseitiger Lähmung des *Facialis*, den der obern Augenlider bei Blepharoptose nicht als durch eine andauernde Contraction bewirkt auf, sondern glaube, dass hier, ausser wenn willkürliche Bewegungen eintreten, vollkommene Muskelruhe da ist. Das Herabhängen des obern Augenlides erklärt sich aus der Lähmung des Levator und aus der Unmöglichkeit des *Orbicularis*, bei seiner Ausdehnung nach vorangegangener Schliessung das obere Augenlid über einen gewissen Punct zu heben. Ebenso wird die Schiefstellung im Gesicht bewirkt durch die erste willkürliche Contraction nach der Lähmung, auf welche beim Nachlass unmöglich die frühere symmetrische Stellung eintreten kann, weil die entgegenwirkenden Muskeln der andern Seite gelähmt sind und der einfache Nachlass der Contraction und die bei demselben ins Leben tretenden geringen elastischen Kräfte der Muskeln nicht im Stande sind, die Lippen, den Mundwinkel etc. ganz in ihre frühere Lage zu führen. Eine wirkliche Verkrümmung durch andauernde Muskelcontraction kann dem Gesagten zufolge nur durch krankhafte Zustände der Centralorgane zu Stande kommen.

§. 81.

Bei der Untersuchung der Muskeln ist es nöthig, dieselben frisch und mit verschiedenen Reagentien behandelt zu studiren. Muskelprimitivbündel isolirt man am leichtesten an gekochten oder in Spiritus gelegenen Muskeln, an denen man meist auch prächtige Querstreifen findet, ebenso wie nach Behandlung mit Sublimat und Chromsäure. Zum Studium der Querstreifen ist es überdies noch unerlässlich, Muskeln in verschiedenen Zuständen der Ausdehnung und Contraction zu sehen (Fig. 80). Ersteres ist leicht möglich und sehr lohnend, wenn man dünne lange Muskeln, z. B. die *Hyoglossi* des Frosches u. a., auf einem hölzernen Objectenträger, der in der Mitte ein mit Glas verschlossenes Fenster besitzt, in verschiedenen Spannungszuständen untersucht. Man sieht alsdann beim Mangel jeder Ausdehnung die Querstreifen schmal (von 0,0004‴) ganz dicht beisammen und die Bündel breit, bei der grössten Dehnung dagegen dieselben 0,0008‴ breit, ebensoweit von einander abstehend und die Bündel schmäler. Contractionen erforscht man theils

Fig. 80.

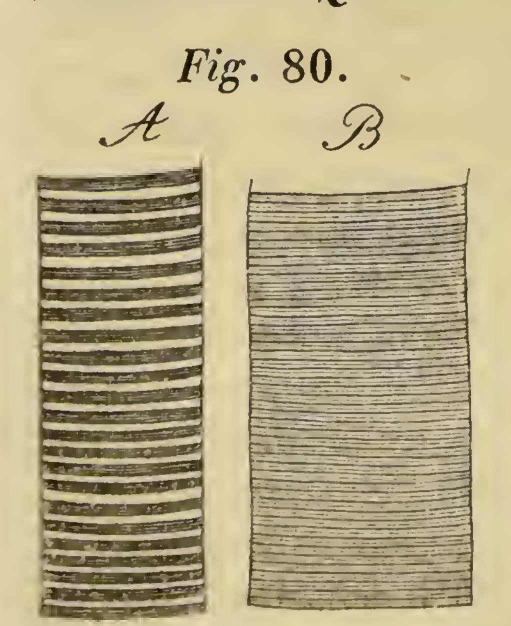


Fig. 80. Ein Primitivbündel eines Froschmuskels in verschiedenen Zuständen der Ausdehnung, 350 mal vergr. *A*. Das Bündel ausgedehnt und schmal, mit breiten, entfernt stehenden Querstreifen. *B*. Dasselbe beim Nachlass aller Ausdehnung breiter und mit schmalen, dicht stehenden Streifen.

an frischen noch zuckenden Muskeln, die man mit Serum, Eiweiss, *Humor vitreus* befeuchtet, oder nach *E. Weber's* Methode (pg. 62), indem man den zu untersuchenden Muskel, z. B. Bauchmuskeln, dünne Extremitätenmuskeln des Frosches, Hautmuskeln, *Diaphragma* kleiner Säugethiere etc., auf einem Stückchen Spiegelglas, das eine folienfreie Stelle besitzt, mit dem Rotationsapparate galvanisirt. In diesem Falle wird der eine Leitungsdraht durch eine Oeffnung im Objecttisch durchgezogen oder sonst neben demselben so fixirt, dass er unveränderlich den einen Stanniolstreifen berührt. Betrachtet man nun den Muskel bei etwa 100maliger Vergrösserung, während man den zweiten Leitungsdraht an den andern Stanniolstreifen bringt, so sieht man im Momente der Schliessung der Kette die Muskelfasern geradlinig sich verkürzen, dicker werden und ihre Querstreifen sich nähern (siehe Fig. 80., die auch auf einen verkürzten und schlaffen Muskel passt); in diesem Zustande verharren sie dann so lange der Galvanismus einwirkt, bei Unterbrechung des Stromes dagegen verlängern sie sich ebenso rasch als sie sich contrahirten und beugen sich zickzackförmig, wenn der Muskel frei da liegt, nicht aber wenn derselbe durch an Faden befestigte kleine Gewichte gespannt wird, woraus demnach hervorgeht, dass, wenn Zickzackbiegungen im Leben sich finden, was man noch nicht weiss, dieselben nur dann vorkommen können, wenn die Muskeln im Ruhezustande nicht gespannt sind, also z. B. bei einem Beuger, der, nachdem er möglichst auf sein Glied eingewirkt hat, ausruht. Das Sarcolemma ist an Amphibien und Fischmuskeln, namentlich an Spiritusexemplaren, an denen es meist stellenweise weit von den Fibrillen absteht, leicht nachzuweisen, bei höhern Geschöpfen und beim Menschen zeigt es sich zufällig beim Zerzupfen der Bündel, ferner an macerirten und gekochten Bündeln und bei Zusatz von Essigsäure und Alkalien. Ich kann hier besonders *Natron caust.* empfehlen, das in vielen Fällen den Inhalt der Muskelröhren so flüssig macht, dass derselbe in anhaltendem Strome sammt den Kernen aus denselben herausquillt, in welchem Falle dann die Scheiden sehr deutlich zur Anschauung kommen. Nirgends jedoch zeigen sich beim Menschen die Scheiden schöner als bei erweichten, atrophischen, fettig oder anderweitig entarteten Muskeln, und zwar um so mehr, je grösser die Entartung der Fibrillen ist. Die Muskelfibrillen sieht man an frischen Muskeln nur an dem Querschnitte constant und an den Thoraxmuskeln von Insecten, sonst allerdings noch hie und da, jedoch mehr durch Zufall. Künstlich isoliren sie sich leicht durch Behandlung mit Chromsäure (*Hannover*), durch 8—21 Tage lange Maceration bei 1—8° R. in Wasser, dem, zur Verhinderung der Fäulniss, etwas Sublimat zugesetzt wird (*Schwann*); auch

Maceration in den Mundflüssigkeiten (*Henle*) erlaubt eine leichte Darstellung derselben, wogegen nach *Frerichs* (*Wagn. Handwörterb. III.* 1. pg. 814) im Magen die Bündel in *Bowman*'sche Discs zerfallen. Die Kerne der Muskelbündel studirt man am besten bei Essigsäurezusatz; durch Natron (siehe vorhin) kann man dieselben isoliren und durch Kali sehr aufquellen machen (*Donders*). Ueber die Einwirkung verschiedener Reagentien auf die Muskelelemente und ihr Verhalten bei polarisirtem Licht vergleiche man noch die am Eingange dieses Werkes citirten Schriften von *Donders*, *Paulsen* und *v. Erlach*. Die Gefässe der Muskeln studirt man an frischen dünnen Muskeln und an Injectionen, über die Nerven wurde das Wichtigste schon oben bemerkt. Das Perimysium und die Gestalt und Lagerung der Muskelfasern zeigen Querschnitte halb trockner Muskeln sehr hübsch, dasselbe gilt auch von den Sehnenelementen. Die Ansätze der letztern an Knochen und ihre Knorpelzellen an diesen Stellen sieht man leicht, an der Achillessehne z. B., auf senkrechten Schnitten, über ihr Verhalten zu den Muskelbündeln siehe den §. 73. Zur Untersuchung der Knorpelzellen in Sehnen macht man von der Oberfläche derselben Flächenschnitte und behandelt sie mit Essigsäure oder sehr verdünntem Natron. Zum Studium der Entwicklungsgeschichte endlich sind vor allem die nackten Amphibien zu empfehlen und erst in zweiter Linie die Säugethiere. —

Literatur der Muskeln.

F. Fontana, *Sur le venin de la vipère.* 1781.

G. Valentin, *Historia evolutionis systematis muscularis prolusio. Vratislaviae* 1832. 4.; Artikel „Muskeln" im encyclopädischen Wörterbuche der medicinischen Wissenschaften, Bd. XXIV, St. 203—220, Berlin 1840; zur Entwicklung der Gewebe des Muskel-, Blutgefäss- und Nervensystems in Müll. Archiv. 1840. pg. 194.

Jacquemin in der Isis 1835, St. 437.

H. R. Ficinus, *De fibrae muscularis forma et structura Diss. inaug. Lips.* 1836. 4. *cum tab.*

Skey in *Philosoph. Transact.* 1837, pg. 377.

W. Bowman, die Artikel: *Muscle and Muscular Action* in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy* und *On the minute structure and movements of voluntary muscle* in *Philosoph. Transactions.* 1840 II. 1841 I.

E. Brücke, Ueber die Ursache der Todtenstarre, in Müll. Arch. 1842, pg. 178.

R. Remak, Ueber die Zusammenziehung der Muskelprimitivbündel, in Müll. Arch. 1843, pg. 182; über die Entwicklung der Muskelprimitivbündel in Fror. N. Not. 1845, Nr. 768.

F. Will, Einige Worte über die Entstehung der Querstreifen der Muskeln in Müll. Arch. 1843, pg. 358.

Prévost und *Lebert* in *Annales des sciences natur.* 1844.

E. Weber, Artikel Muskelbewegung in R. Wagner's Handwörterb. d. Phys. Bd. III. 2. Abth. 1846.

E. H. Weber, Ueber E. Weber's Entdeckungen in der Lehre von der Muskelcontraction in Müll. Arch. 1846, pg. 483.

J. Holst, *De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie observ. microsc. Dorp.* 1846.

Von den allgemeinen Werken und Abhandlungen sind besonders zu erwähnen die von *Treviranus*, *E. H. Weber*, *Schwann*, *Bruns*, *Henle*, *Valentin* (auch die Entwicklungsgeschichte), *Todd-Bowman* und *Reichert*. Ausserdem vergleiche man noch die bei den Knochen citirte Abhandlung von mir über die Synovialhäute und die bei den Nerven angeführten von *Valentin*, *Emmert*, *Burdach* und *R. Wagner*.

Drittes Buch.

Vom Knochensysteme.

§. 82.

Das Knochensystem besteht aus einer grossen Anzahl harter Organe, den Knochen, *Ossa*, von eigenthümlichem, gleichförmigem Baue, welche theils unmittelbar, theils durch Hülfe anderer Gebilde, wie von Knorpeln, Bändern, Gelenkkapseln zu einem zusammenhängenden Ganzen, dem Knochengerüste oder Skelette, *Sceleton*, verbunden sind. Dasselbe ist mit seinen paarigen und unpaaren Stücken fast vollkommen symmetrisch, bildet die eigentliche Grundlage des menschlichen Körpers, indem es namentlich den äusseren Weichtheilen als Stütze dient und nimmt so an der Gestaltung desselben einen wesentlichen Antheil. Durch seine Verbindung mit den Muskeln vermittelt es als sogenannter passiver Bewegungsapparat die Bewegungen des Körpers und durch feste Vereinigung einzelner seiner Abschnitte untereinander (Kopf, Stamm) dient es zum Schutz der innern Theile.

§. 83.

Theile der Knochen. Die Hauptmasse der Knochen bildet das harte, zu fast $^2/_3$ aus unorganischen Bestandtheilen gebildete Knochengewebe. Ausserdem finden sich als wesentliche Bestandtheile ein äusserer häutiger Ueberzug, die Knochenhaut, *Periost*, und in den innern Theilen viel Fettgewebe (Mark), Gefässe und Nerven. Wo die Knochen durch Gelenke sich verbinden, und bei einigen auch sonst, kommt ihnen noch ein geringer, selten entwickelterer Knorpelbeleg zu.

§. 84.

Bau der Knochen im Allgemeinen. Das Knochengewebe tritt in den Knochen des Menschen hauptsächlich in zwei Formen auf,

als festes und als schwammiges (*Substantia compacta et spongiosa*). Erstere ist nur scheinbar ganz solide und lässt schon für das blosse Auge enge, in verschiedener Richtung sie durchziehende Kanälchen erkennen, zu denen die mikroskopische Untersuchung noch eine grosse Zahl feinerer beigesellt. Diese Gefässkanälchen oder Haversischen Kanälchen (Markkanälchen der Autoren) fehlen in der schwammigen Substanz, man kann sagen, fast ganz und werden durch weitere, rundliche oder längliche, ohne Vergrösserung sichtbare, mit Mark (bei einigen Knochen durch Venen oder Nerven [Schnecke]) erfüllte Räume, die Markräume oder Markzellen (*Cancelli*, *Cellulae medullares*), vertreten, welche, alle miteinander anastomosirend, das in geringer Menge vorhandene, in Gestalt von Fasern, Blättchen und Bälkchen netzförmig verbundene Knochengewebe durchziehen. Sind die Räume grösser, so heisst die Substanz *Substantia cellularis*, sind sie kleiner *S. reticularis*. Letztere nähert sich an einigen Orten, wo ihre Lücken sehr enge, die Knochenbälkchen stärker werden, compacter Knochensubstanz, ohne jedoch wirklich solche zu werden, und geht an anderen ohne scharfe Grenze in compactes Gewebe über, was jedoch nicht beweist, dass beide Substanzen identisch sind, sondern, wie die Entwicklungsgeschichte lehren wird, einfach davon herrührt, dass sehr häufig die spongiöse Substanz durch theilweise Auflösung compacter entsteht. — Der Antheil, den die beiden genannten Substanzen an der Bildung der verschiedenen Knochen und Knochentheile nehmen, ist ein sehr verschiedener. Nur an wenigen Orten findet sich compacte Substanz für sich selbst ohne Gefässkanäle, so an der *Lamina papyracea* des Siebbeins, einigen Theilen des Thränen- und Gaumenbeins u. s. w. Häufiger noch solche mit Gefässkanälchen ohne schwammiges Gewebe, wie bei manchen Individuen an den dünnsten Stellen des Schulterblattes, des *Os ilium*, der Hüftpfanne, der platten Schädelknochen (*Ala magna*, *parva*, *Proc. orbitalis Ossis frontis* etc.). Schwammiges Gewebe mit einer dünnen compacten Rinde ohne Gefässkanälchen zeigen die Gehörknöchelchen, die überknorpelten Flächen aller Knochen, vielleicht auch kleinere schwammige Knochen. An allen andern, mithin an den meisten Orten finden sich beide Substanzen vereint, jedoch so, dass bald die eine, bald die andere ungemein vorwiegt (schwammige Knochen, compacte Knochen), bald beide sich ungefähr das Gleichgewicht halten.

An der äussern Oberfläche der Knochen finden sich viele Erhabenheiten, Vorsprünge und Oeffnungen. Erstere sind theils Gelenkfortsätze und dann überknorpelt und glatt, theils rauh und zum Ansatze von Sehnen, Bändern und Fascientheilen (*Lig. intermuscularia* z. B.)

bestimmt. Die Oeffnungen dienen zum Durchtritte der Nerven und Gefässe der Knochen oder von Weichtheilen, die nicht zu den Knochen in Bezug stehen. Nur die ersteren sind für unsern Zweck von Interesse. Es finden sich einmal an vielen Knochen sogenannte Ernährungslöcher, *Foramina nutritia*, durch welche grössere Arterien und Venen, sowie Nerven gehen, mit ganz bestimmter Lage und Richtung. Zweitens zeigen sich zerstreut über die ganze Oberfläche der Knochen, mit Ausnahme der überknorpelten Gelenkenden und Aller Stellen, wo Sehnen und Bänder, sowie Faserknorpel und wirkliche Knorpel an sie sich ansetzen, viele feinere und gröbere Oeffnungen, welche Gefässe aus den Knochen ein- und austreten lassen und zum Theil auch sie begleitende Nerven führen. Die feineren scheinen vorzüglich arteriell zu sein und führen in Haversische Kanälchen, die gröberen für Venen und grössere Arterien bestimmt. Venenöffnungen sind die *Emissaria Santorini* an den platten Schädelknochen, die zu besonderen Venenkanälen führen; die grossen Oeffnungen an der hintern Fläche der Wirbelkörper, an spongiösen Knochen überhaupt und in der Nähe der Gelenkenden der grössern Knochen dagegen, die allerdings zu den Markräumen leiten, besitzen neben grossen Venen auch Arterien.

Unter den langen oder Röhrenknochen, *Ossa longa*, zeigen die grösseren der zwei ersten Abschnitte der Extremitäten in dem Mittelstücke (*Diaphysis*) fast nur dichte Knochensubstanz, die als eine mehr oder weniger dicke Wand die hier befindliche Markhöhle oder den Markkanal (*Tubus medullaris*) umschliesst und an ihrer innern Oberfläche glatt oder mit einem Anfluge von grobmaschigem schwammigem Gewebe, seltener mit stärker entwickelten Netzen von Knochenbälkchen, die in ausgesuchten Fällen stellenweise quer durch den ganzen Kanal ziehen und selbst solide Scheidewände in demselben darstellen, versehen ist. Gegen die Gelenkenden (*Apophyses*) wird die schwammige Substanz immer mächtiger und die feste Rinde immer dünner, bis am Ende im Gelenkende selbst jede Spur von Markhöhle verschwunden ist und das Ganze nur aus feinmaschigem Gewebe mit einer zarten Lage von dichter Substanz besteht. Die Maschen haben hier meist eine rechteckige Form und stehen mit ihren Längsaxen in den Richtungen, in denen die Knochen dem bedeutendsten Drucke ausgesetzt sind. Die Rippen und die kurzen Röhrenknochen der Extremitäten haben im Mittelstück immer viel spongiöse Substanz und entweder keine Markhöhle oder nur Andeutungen einer solchen; im erstern Falle zeigt dasselbe ein gröberes Schwammgewebe, das durch etwas feinere Maschennetze in eine relativ nicht sehr mächtige Rinde von fester Substanz übergeht.

Zwischen den letzten Phalangen und den kurzen Knochen der Hand- und Fusswurzel, sowie der Patella und den Wirbeln ist kein erheblicher Unterschied im Bau. In beiden ist der Knochen grösstentheils feinzellig, aussen mit einer dünnen Rinde von compacter Substanz. Die Knochen-

bälkchen stehen auch hier mit ihrer Längsaxe in der Richtung, in welcher der Knochen dem grössten Drucke ausgesetzt ist, wie es am deutlichsten am Sprung- und Fersenbein und den Keilbeinen sich zeigt. Dasselbe gilt von den Wirbeln, bei denen nur das hervorgehoben zu werden verdient, dass die Räume der schwammigen Substanz grösstentheils von Venen eingenommen werden.

Die platten Schädelknochen bestehen aus zwei Lagen von compacter Substanz, den sogenannten Tafeln, von denen die äussere minder fest, aber dicker, die innere, die Glastafel, *Tabula vitrea*, compacter und dünner ist. Zwischen diesen Tafeln finden sich an einigen Stellen grosse, einfache oder zusammengesetzte, mit Luft erfüllte Höhlen (Stirnbein, Zitzenfortsatz), in den übrigen schwammige Substanz, sogenannte *Diploe*, ausgezeichnet durch viele verästelte Venenkanäle (*Breschet*'sche Kanäle), die sie durchziehen. Die übrigen noch nicht erwähnten Knochen stehen den beschriebenen drei Formen in verschiedener Weise nahe. Das Hüftbein und die Scapula kommen in ihren abgeplatteten Theilen fast ganz den platten Schädelknochen gleich, mit den dickeren (Pfannengegend, Gelenktheil der Scapula z. B.) den Apophysen der langen Knochen. Das Brustbein stimmt mit den platten Knochen überein, ebenso viele Theile der Gesichtsknochen (*Zygomaticum*, *Maxilla superior*, *Palatinum*, *Vomer*, *Os lacrymale*, *Ethmoideum*), nur dass hier oft die schwammige Substanz ganz fehlt. Die Schädelbasis nähert sich den Wirbelkörpern und Unterkiefer und Zungenbein endlich haben am meisten mit den kürzeren *Ossa longa* gemein. — Bei allen Knochen sind die Muskel- und Bandansätze (*Trochanteren*, *Condylen*, *Processus*, *Tuberositates* etc.) reich an compacter Substanz.

Die Lage des *Foramina nutritia* und die Richtung der Kanäle, zu denen sie führen, ist bei vielen Knochen eine ganz bestimmte und in physiologischer und vergleichend anatomischer Bedeutung nicht ganz unwichtig. Beim Menschen gehen z. B. die *Canales nutritii* von oben nach unten im *Humerus*, der *Tibia*, der *Fibula* (hier nicht ganz constant), den *Metacarpi* und *Metatarsi II — V.*, von unten nach oben im *Femur*, dem *Radius*, der *Ulna*, dem *Metatarsus* und *Metacarpus I.*, den Phalangen. Bei Thieren finden sich, wie es scheint, ebenfalls constante, jedoch nicht immer dieselben Verhältnisse wie beim Menschen.

§. 85.

Feinerer Bau des Knochengewebes. Das Knochengewebe besteht aus einer dichten Grundsubstanz, welche an den meisten Orten deutlich geschichtet ist, und aus mikroskopischen kleinen Räumen, den Knochenhöhlen, mit sehr feinen hohlen Ausläufern, den Knochenkanälchen (Knochenkörperchen der Autoren). Wo die Grundsubstanz als compacte auftritt, finden sich an den meisten Orten die schon erwähnten Kanälchen für Gefässe (Markkanälchen der Autoren), welche vielfach anastomosirend theils nach aussen, theils nach innen (in

Markräume, in die Markhöhle) ausmünden und die Ausläufer der benachbarten Knochenhöhlen in sich aufnehmen.

§. 86.

Die Gefässkanälchen der Knochen oder die Haversischen Kanäle, *Canaliculi vasculosi s. Haversiani* (Markkanälchen, *Can. medullares* der Autoren), sind in allen Knochen, mit Ausnahme der oben angeführten kleinsten Knochen und gewisser Theile der Schädelknochen, zu finden. Ihr Sitz ist die compacte Knochensubstanz, in welcher sie ein verschieden dichtes Netz bilden, das mit dem der Capillargefässe verglichen werden kann, jedoch meist durch grössere Weite der Kanäle und Maschen sich unterscheidet. Die Haversischen Kanälchen messen im Mittel 0,01—0,05‴, in ihren Extremen 0,004—0,18‴ und ziehen in den verschiedenen Knochen in ziemlich bestimmter Richtung. In den Röhrenknochen, auch in den Rippen, dem Schlüsselbein, dem Scham- und Sitzbein, dem Unterkiefer laufen sie vorzüglich der Längsaxe des Knochens parallel und zwar auf dem Flächen- wie auf dem senkrechten Längsschnitte in Abständen von 0,06 bis 0,14‴ und setzen sich durch quere oder schiefe, sowohl in der Richtung des Radius als dem der Tangente des Knochenquerschnittes verlaufende Aestchen in Verbindung.

Fig. 81.

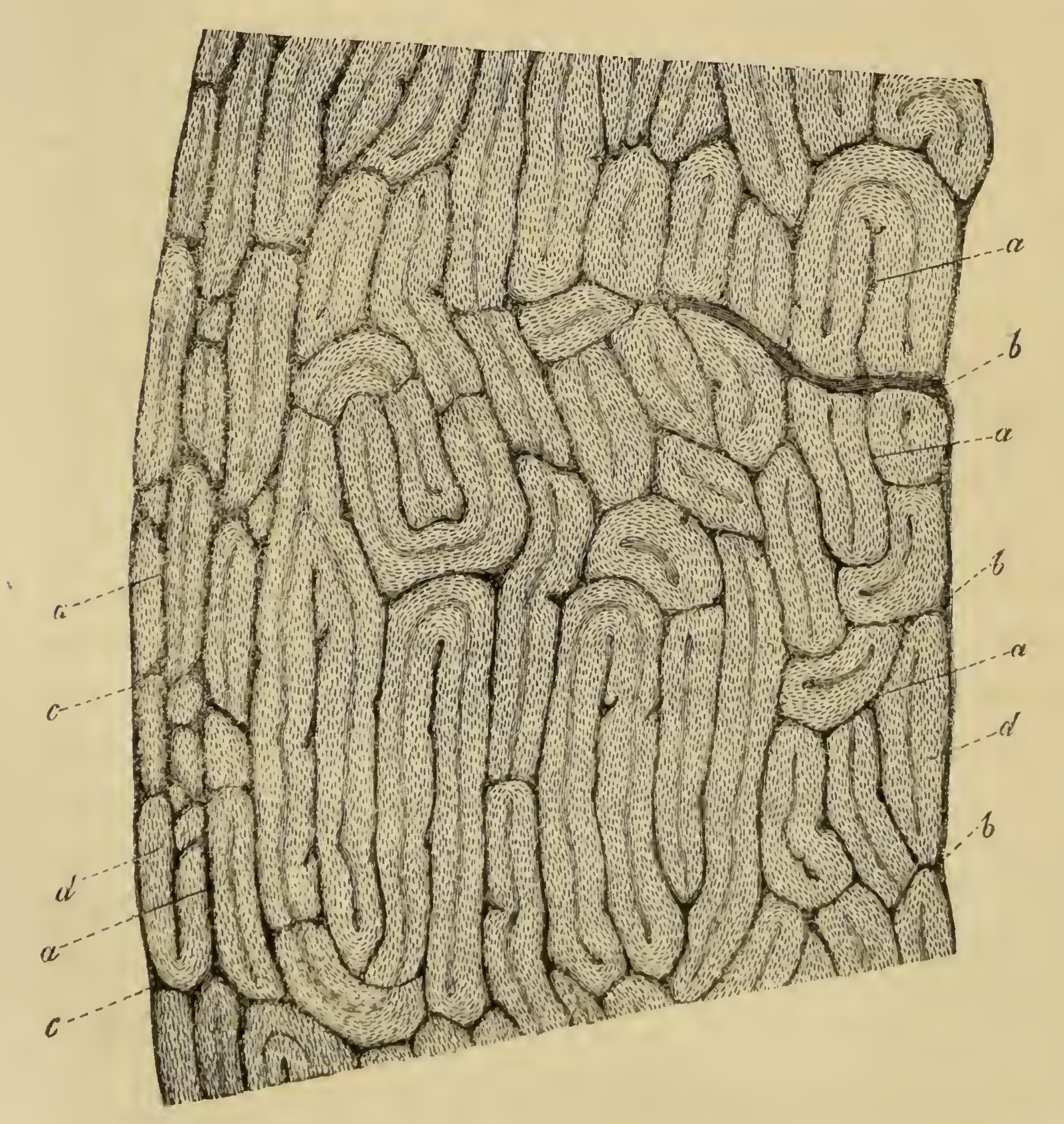
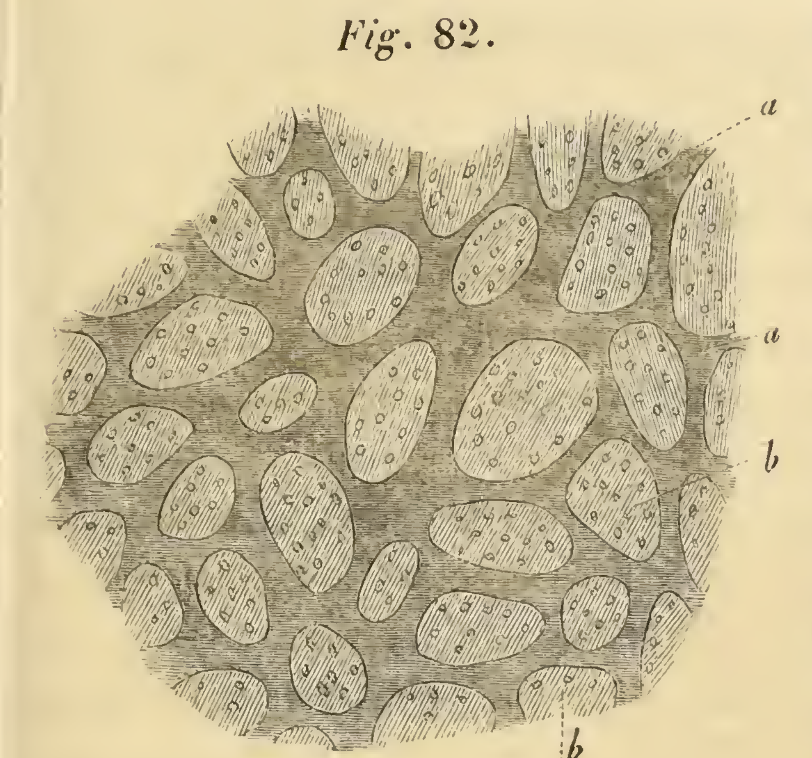


Fig. 81. Segment eines Querschliffes aus der Diaphyse des *Femur* eines 18jährigen Individuums, 25mal vergr. *a.* Haversische Kanäle, *b.* Ausmündung derselben nach innen, *c.* nach aussen, *d.* Knochensubstanz mit Knochenhöhlen; Querschnitte von Gefässkanälchen und Grundlamellen sind hier keine da.

Fig. 82.



Man sieht daher bei kleinen Vergrösserungen in einem Flächen- oder senkrechten Längsschnitte eines solchen Knochens vorzüglich der Länge nach laufende parallele, nahe beisammengelegene Kanälchen, hie und da mit Verbindungsästen, wodurch gestreckte, meist rechteckige Maschen entstehen (Fig. 82.) und auf dem Querschnitte vorzüglich Querschnitte der Kanälchen in ziemlich bestimmten kleinen Abständen (Fig. 83.), hie und da, besonders häufig in jüngeren Knochen, mit einem tangential verlaufenden Verbindungsaste und einigen Anastomosen in der Richtung des Radius. Seltener zeigen Querschnitte fast keine quergetroffenen, sondern vorzüglich horizontal in der Richtung der Tangende und des Radius verlaufende Kanälchen. Ich sah dies constant in den Knochen des Fötus und auch in jüngeren Knochen muss dieses Verhalten das gewöhnliche sein, da es wenigstens bei einem 18jährigen Individuum noch ganz exquisit sich fand (Fig. 81.), bei welchem auf dem Querschnitte die Knochen ganz aus kürzeren dicken Schichten zu bestehen schienen, von denen jede bei näherer Betrachtung als immer zwei Kanälchen angehörend sich ergab, welche Trennung auch durch eine blasse Mittellinie in jeder Schicht angedeutet war.

In den platten Knochen verlaufen die Kanälchen die wenigsten in der Richtung der Dicke des Knochens, sondern fast alle parallel mit seiner Oberfläche und zwar in den meisten in Linien, welche man als von einem Puncte (*Tuber parietale, frontale*, obere vordere Ecke der *Scapula*, Gelenktheil des Darmbeins) pinsel- oder sternförmig nach einer oder mehreren Seiten ausstrahlend sich denken kann, seltener, wie im Brustbein, alle einander parallel. — In den kurzen Knochen endlich ist es meist auch eine Richtung, welche vor der andern vorwiegt, so in den Wirbelkörpern die senkrechte, in Hand- und Fusswurzel die Längsaxe der Extremität u. s. w., doch ist zu bemerken, dass stärkere Fortsätze dieser Knochen, z. B. die Wirbelfortsätze, oft abweichend und gerade wie die anderer

Fig. 82. Haversische Kanälchen aus den oberflächlichen Schichten des *Femur* eines 18jährigen Individuums mit Salzsäure behandelt, 60 mal vergr. *a.* Kanäle, *b.* Knochensubstanz mit Knochenhöhlen.

Knochen, z. B. der *Proc. coracoideus*, *styloideus* etc., d. h. jeder wie ein kurzer Röhrenknochen sich verhalten.

Die Blättchen, Fasern und Balken der spongiösen Substanz aller Knochen enthalten, wenn sie dünner sind, keine Spur von Gefässkanälchen; sind sie dicker, so kommen hie und da solche in ihnen vor, jedoch ebenfalls nur mehr ausnahmsweise und, wie es scheint, nur in der schwammigen Substanz, die durch Resorbtion wirklicher compacter entstanden ist.

Da die Haversischen Kanälchen Gefässkanälchen sind, so müssen sie an gewissen Orten sich öffnen. In der That beginnen dieselben einmal mit besondern Oeffnungen aussen am Knochen und münden zweitens in die Markhöhle und die Markräume des Innern ein. Die erstern Oeffnungen finden sich über die ganze Oberfläche der Knochen, so weit als dieselben dickere compacte Substanz besitzen, zerstreut, als feine und gröbere, zum Theil von blossem Auge sichtbare Poren und zwar um so zahlreicher, je dicker die Rinde eines Knochens ist. Dieselben führen in engere Kanäle, welche selten gerade, sondern meist in schiefer, oft fast der Oberfläche paralleler Richtung in den Knochen eindringen und sehr bald, meist unter Abgabe von Aesten, mit den oberflächlichen Haversischen Kanälchen sich in Verbindung setzen und in dieselben übergehen. Die innern Oeffnungen sind weniger zahlreich und feiner, gehen von der Markhöhle oder den Markräumen aus und communiciren in ähnlicher Weise wie die äusseren mit Kanälchen im Innern der Rinde. Das Verhältniss der Gefässkanälchen in der *Subst. compacta* zu diesen von aussen und innen eindringenden Kanälchen ist jedoch nur theilweise das wie zwischen den Zweigen und Stämmen von Gefässen, nämlich nur in den äussersten und innersten Schichten der Rinde. Ueberall sonst also im Innern der Rinde stehen die Kanälchen selbständig für sich da und lassen sich in morphologischer Beziehung am passendsten mit einem Capillarnetz vergleichen, das an seinen Grenzen an vielen Stellen mit grösseren Kanälen in Zusammenhang steht. — Wo Rindensubstanz an schwammige Substanz anstösst, wie innen an den Enden der Diaphysen und im seitlichen Umfange der Apophysen gehen die Gefässkanälchen bald plötzlich, bald ganz allmälig, trichterförmig weiter werdend und häufiger anastomosirend, in engere oder weitere Markräume über, so dass oft zwischen beiden keine scharfe Grenze sichtbar wird.

Blinde Endigungen der Gefässkanälchen habe ich noch nirgends gesehen. Was Einige an den Apophysen unter den Gelenkknorpeln als solche beschrieben haben, sind nichts als die oberflächlichsten engsten Markräume, die allerdings nicht selten in ihrer Gestalt Haversischen Kanälchen

gleichen, aber eine ganz andere Entstehung als dieselben besitzen. So viel ist jedoch sicher, dass an manchen Stellen die genannten Kanälchen auch an der Oberfläche auf grosse Strecken geschlossen sein müssen, nämlich da, wo keine oder sehr wenige Gefässe in die compacte Substanz eindringen, wie an den Ansatzstellen vieler Sehnen und Bänder, unter manchen Muskeln (Temporalisursprung am Scheitelbein).

Dem Gesagten zufolge wäre demnach auch die scheinbar ganz feste Rinde der Knochen durch und durch von Hohlräumen und zwar Kanälen durchzogen, welche sowohl nach aussen sich öffnen, als auch mit den Markräumen und der Markhöhle in Verbindung sind und Alle miteinander anastomosiren. Daher sickert auch das Fett des Markes eines erwärmten ganzen Knochens durch die vielen Oeffnungen der Oberfläche ganz heraus und kommt Quecksilber, das durch eine künstliche Oeffnung in denselben eingebracht wird, am entgegengesetzten Ende heraus.

Ich theile hier einige von mir gefundene Zahlen mit. Im Humerus messen die H. Kanälchen in der Mitte der *Diaphyse* im Mittel vieler Beobachtungen 0,01—0,03‴, seltener 0,04, 0,05—0,06‴ und nur nach der Markhöhle zu 0,08‴, 0,1—0,2‴; die Maschen, die sie bilden, im längsten Durchmesser 0,18—0,32‴; die Abstände der Kanälchen auf senkrechten Durchschnitten und auf Flächenschnitten 0,06—0,12‴, im Mittel 0,08‴. Beim Femur betragen die Kanälchen der Mitte der *Diaphyse* in den oberflächlichen Lagen 0,01—0,04‴, im Mittel 0,02—0,03‴; daneben finden sich noch weitere Kanäle, in einem ganzen Querschliffe z. B. ungefähr 30, mit einem Durchmesser von 0,06—0,08‴ im Mittel, einige selbst von 0,1—0,18‴, welche offenbar zu den von aussen eindringenden Kanälen gehören; in den mittleren Lagen zeigten sich Kanäle von 0,02—0,03‴ als die häufigsten, solche von 0,06—0,01‴ schon selten, zu innerst endlich waren die von 0,01—0,02‴ vorwiegend, aber auch solche von 0,02—0,03‴ vorhanden. Anastomosen durch Aeste von 0,01—0,02‴ finde ich hier in den oberflächlichen Schichten zahlreicher, in denen auch die Maschen enger sind, nämlich von 0,06—0,08‴, selten von 0,2‴, während sie nach innen 0,12—0,36‴, selbst 0,48‴ betragen. Die Abstände der Längskanäle auf Flächen- und senkrechten Durchschnitten messen 0,06 bis 0,14‴, im Mittel 0,08—0,12‴. An einem vollständigen feinen Querschliffe der *Diaphyse* zählte ich 21 mit der Markhöhle communicirende und 32 an der äussern Oberfläche ausgehende Kanäle. Die Durchmesser der erstern schwankten zwischen 0,01 und 0,04‴ und waren im Mittel 0,02‴, die der letztern waren 0,008—0,04‴, im Mittel 0,03‴; von den grössern vorhin erwähnten Kanälen aussen in der Rinde war zufälliger Weise keiner im Eindringen getroffen. Im Kopfe des Femur messen die dünnsten Markräume unmittelbar unter dem Gelenkknorpel, die man bisher für H. Kanälchen genommen hat, 0,004—0,006‴, daneben finden sich grössere sinusartige Räume, ähnlich denen, die beim Zusammenstossen mehrerer H. Kanäle sich bilden, nur grösser; in der *Susbt. spongiosa* enthielt ein Knochenbalken von 0,16‴ Dicke, ein H. Kanälchen von 0,06‴. — In der

Mitte der *Clavicula* messen die H. Kanälchen 0,01‴, die meisten 0,02‴, einige 0,03—0,04‴, und sind wie in den langen Röhrenknochen angeordnet. Dasselbe gilt von den Metacarpusknochen der Hand, nur dass hier Kanälchen von 0,01‴ sehr häufig sind und selbst solche von 0,006—0,008‴ vorkommen. In den platten Schädelknochen übersteigen dieselben in den beiden Tafeln kaum 0,05‴, betragen im Mittel 0,02—0,03‴ und bilden gerade nicht viele Anastomosen; in der *Diploe* finden sie sich hie und da, jedoch im Ganzen selten. Ihre Oeffnungen an beiden Oberflächen der Knochen sind ebenfalls da, aber spärlicher als bei den Röhrenknochen, so dass man an grossen senkrechten Schliffen oft nur wenige derselben sieht; auch sind sie an gewissen Stellen zahlreicher als an andern, so z. B. am Scheitelbein an dem vom *M. temporalis* nicht bedeckten Theile. — Die Markräume unter den Gelenkknorpeln, die manche Autoren mit Haversischen Kanälchen verwechseln, sind zum Theil sehr eng, von nur 0,004‴, meist 0,01—0,02‴; sie enden nicht ganz an der Oberfläche des Knochens blind und stehen mit weiteren Räumen von circa 0,1‴ in Verbindung.

Fig. 83.

§. 87.

Grundsubstanz der Knochen. Betrachtet man einen dünnen Querschliff der Diaphyse eines Röhrenknochens im natürlichen Zustand oder nachdem man dessen Salze ausgezogen hat, so nimmt man leicht wahr, dass das eigentliche Knochengewebe geschichtet ist. Man unterscheidet nämlich mehr oder minder deutlich concentrische Ringe, welche einerseits um den ganzen Knochen herumgehen, anderseits die einzelnen Haversischen Kanälchen umkreisen, welche Ringe nichts anderes als der optische Ausdruck von Lamellen sind, aus denen die Substanz der Knochen besteht. Diese Kochenlamellen, *Laminae ossium* (Fig. 83.), die auch an verwitterten und calcinirten Knochen

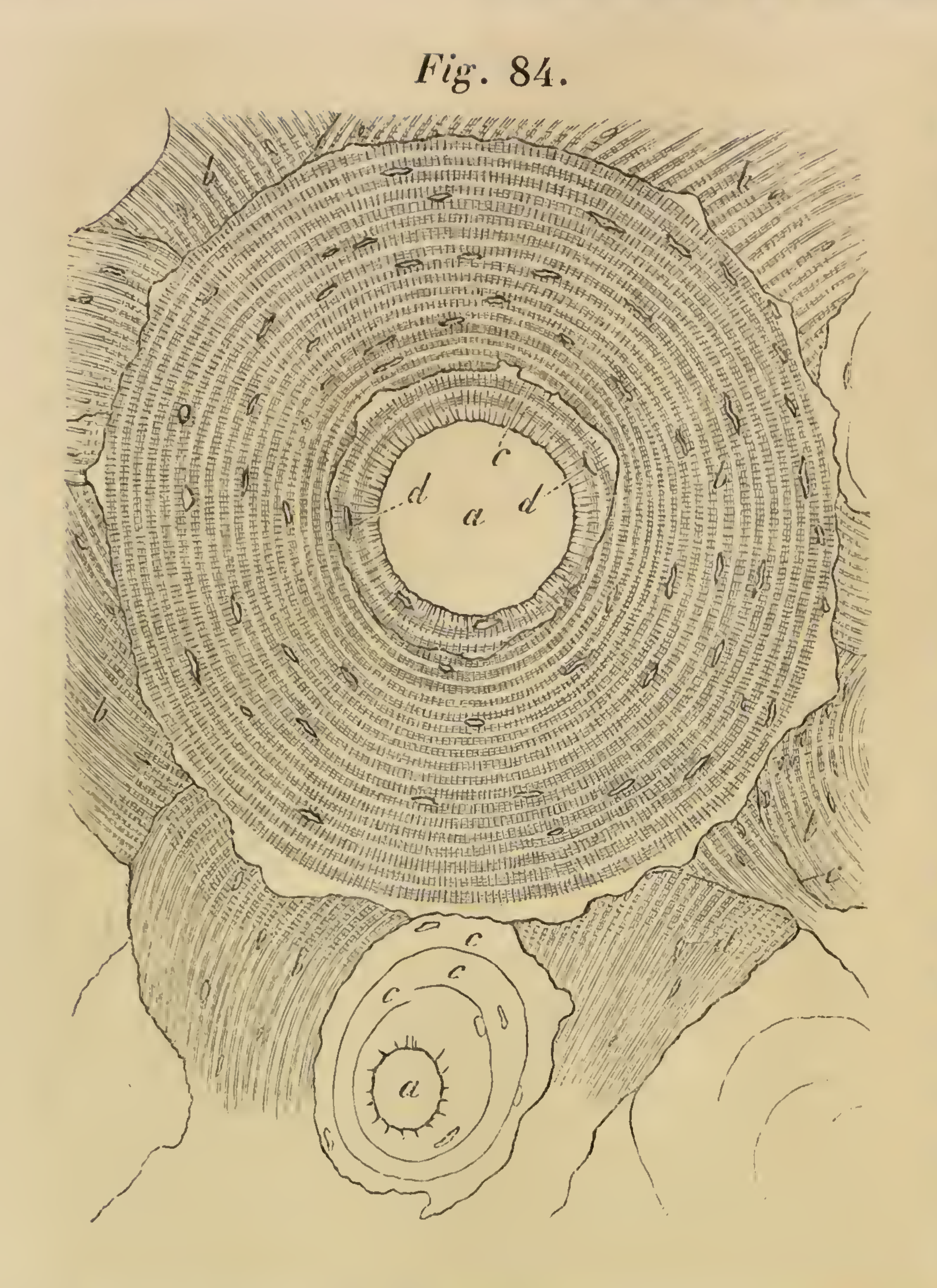
Fig. 83. Segment eines Querschliffes von einem menschlichen Metacarpus mit concentrirtem Terpentinöl behandelt, 90 mal vergr. *a.* Aeussere Oberfläche des Knochens mit den äusseren Grundlamellen. *b.* Innere Oberfläche gegen die Markhöhle mit den inneren Lamellen. *c.* Haversische Kanäle im Querschnitt mit ihren Lamellensystemen. *d.* Interstitielle Lamellen. *e.* Knochenhöhlen und ihre Ausläufer.

sehr deutlich zum Vorschein kommen, so dass dieselben sich abblättern, und nach Behandlung derselben mit Salzsäure sich auch mit der Pincette darstellen lassen, bilden an der bezeichneten Stelle von Röhrenknochen zwei Systeme, ein allgemeines, welches der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen parallel verläuft und viele specielle, die die einzelnen Haversischen Kanälchen umziehen, welche Systeme zwar an einigen Orten in directem Zusammenhange stehen, aber doch an den meisten Stellen einander nur apponirt sind und daher füglich als zweierlei betrachtet werden können, welche Auffassungsweise auch durch die Entwicklungsgeschichte theilweise unterstützt wird.

Die Lamellen der Haversischen Kanälchen (Fig. 83. *c*, 84.) stehen zu mehreren oder vielen concentrisch um dieselben herum, bilden gleichsam deren Wandungen und hängen durchweg miteinander zusammen in ähnlicher Weise, wie etwa die Schichten der Wände stärkerer Gefässe continuirlich ineinander sich fortsetzen. Die Zahl der zu einem Kanälchen gehörenden Lamellen und die Gesammtdicke ihrer Lamellensysteme varirt nicht unbedeutend und steht in keinem ganz constanten Verhältniss zur Weite der Kanäle, wie etwa bei den Gefässen, indem oft enge Kanäle von vielen Lamellen umgeben sind und weite von wenigen. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die weitesten Kanäle dünne Wände, die von mittlerer Stärke dicke und die dünnsten wieder wenig mächtige Hüllen besitzen. So finde ich bei dem vorhin erwähnten Femur, dass alle grossen Kanäle in der Oberfläche der Rinde der Diaphyse Wände von nicht mehr als 0,01—0,024‴ besitzen, während die engeren Kanäle solche von 0,05—0,06‴ haben. In einem Humerus sah ich an Kanälchen von 0,02—0,06‴ Wände von 0,024—0,09‴; an dreien von 0,1‴, 0,12‴, 0,24‴ dagegen nur Wände von 0,08‴, 0,06‴, 0,04‴. Die dünnsten Wandungen, die ich überhaupt sah, betrugen 0,008 — 0,02‴, die dicksten 0,08 – 0,1‴. Weniger varirt dagegen die Dicke der Lamellen, indem dieselbe nur zwischen 0,002 und 0,005‴ schwankt, im Mittel 0,003 — 0,004‴ beträgt und daher ist auch die Zahl derselben bei verschiedenen Kanälchen weniger verschieden. Die Zahlen von 8—15 sind die am meisten vorkommenden, 4—5 einerseits, 18—22 anderseits die Extreme.

Mit Bezug auf diese Lamellensysteme ist nun noch Einiges im Speciellen zu erwähnen. Nicht alle Haversischen Kanälchen sitzen gerade im Centrum ihrer Lamellengruppen, sondern manche mehr oder weniger excentrisch. In diesen Fällen ist dann natürlich die Dicke aller Lamellen zusammen nicht überall dieselbe, wogegen ihre Zahl sich meist an allen Stellen so ziemlich gleich bleibt und die grössere Dicke des Systemes an der einen Seite einfach durch grössere Breite der Lamellen erzielt wird.

Fig. 84.



Allerdings ist hie und da die Zahl der Lamellen auf der einen Seite um einige wenige bedeutender, allein Regel ist dies nicht, vielmehr bilden dieselben, im Gegensatze zu den Angaben einiger Autoren, namentlich von *Todd* u. *Bowman*, meist vollkommene Röhren, auf dem Querschnitte geschlossene regelmässige Ringe (Fig. 84). Diese Röhren hängen nun, da alle Markkanälchen in den Diaphysen mit einander verbunden sind, wie die Lamellensysteme selbst bei verschiedenen Kanälchen unter sich zusammen (Fig. 81.), wovon man sich am Besten an Flächenschnitten compacter Substanz überzeugt, doch ist dabei nicht ausser Acht zu lassen, dass denn doch manche Lamellen in ihrer Ausdehnung in die Länge eine Begrenzung besitzen müssen, weil ja dieselben nicht an allen Kanälchen gleich stark sind; vor Allem wird dies gegen die äussere Oberfläche, wo die Lamellensysteme am dünnsten sind, stattfinden müssen, ohne jedoch der Beobachtung wirklich sich darzubieten.

Die Lamellen der Haversischen Kanälchen kommen mit ihren Kanälchen bis an die innere und äussere Oberfläche der Diaphysen und stehen hier mit den schon erwähnten allgemeinen Lamellen in Verbindung. Diese (Fig. 83.), welche man die Grundlamellen, *Laminae fundamentales*, nennen kann, bilden eine äussere und eine innere Schicht, und legen sich auch ausserdem in der Dicke der Diaphysen zwischen die einzelnen Lamellensysteme und die Markkanälchen hinein. Die erstern beiden

Fig. 84. Ein Stückchen eines Querschliffes der Diaphyse des Humerus, 350 mal vergr. mit Terpentinöl. *a.* Haversische Kanäle. *b.* Lamellensysteme derselben, jede Lamelle mit einem helleren und dunkleren Theil und radiären Streifen in letzterem. *c.* Dunklere Linien, die wahrscheinlich grössere Intermissionen in der Ablagerung der Knochensubstanz bezeichnen. *d.* Knochenhöhlen ohne sichtbare Strahlen.

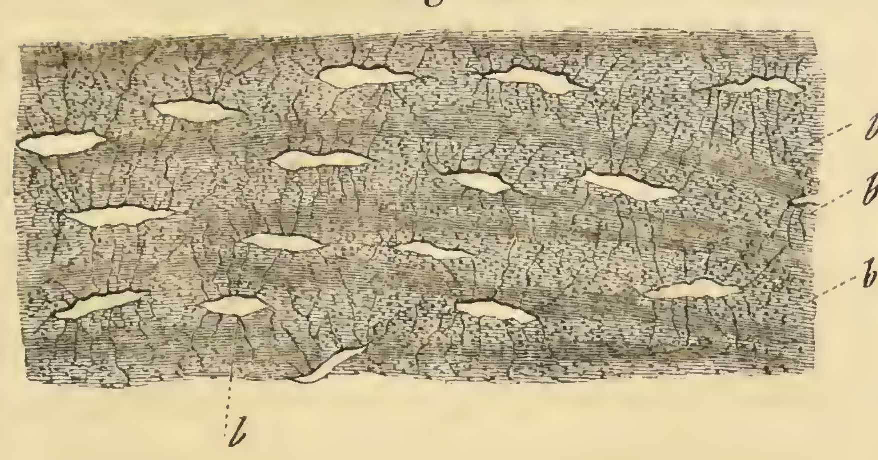
Lagen, oder die äussern und innern Grundlamellen, laufen der äussern und innern Oberfläche des Knochens parallel, und zeigen, wie ich übereinstimmend mit *Bruns* (pg. 237) finde, eine sehr verschiedene Ausbildung. So sah ich dieselben an einem Humerus innen und aussen gleich stark, nämlich 0,02—0,04''' dick, an einem Femur war die äussere Lage an den meisten Stellen dicker als die innere, nämlich erstere 0,12—0,14''' im Mittel, letztere 0,02—0,04''', doch betrug diese an einer grossen Stelle auch 0,12—0,36''', selbst 0,4''', während jene nur an wenigen Puncten 0,2—0,3''' erreichte. Am Schlüsselbein misst die äussere Schicht der Grundlamellen 0,02—0,06''', während eine innere der hier mangelnden Markhöhle wegen nicht vorhanden ist; die *Metacarpi* haben eine äussere Lage von 0,04—0,06''', seltner von 0,12—0,14''', eine innere stärkere von 0,12—0,24''', selbst von 0,36''' an der Kante der Volarseite; am Körper des Unterkiefers ist die äussere und innere Lage an dem untern Rande 0,12—0,3''' stark, höher oben beide etwas weniger und gegen den Rand der Alveoli meist weniger als 0,06'''. Ausser diesen äussern und innern Lamellen kommen nun auch noch zwischen den Markkanälchen und ihren Lamellensystemen mehr isolirte Partieen von Lamellen vor, welche ich interstitielle Grundlamellen nennen will. Am deutlichsten sieht man dieselben, wo die oberflächlichen Grundlamellen entwickelt sind, mit diesen in theilweiser Verbindung und ihnen parallel von aussen und innen eine Strecke weit in die Dicke der Diaphyse eindringen und mit Massen von 0,02—0,12''' zwischen die andern Lamellen sich einschieben (Fig. 83. *d*). Im Innern der *Subst. compacta* dagegen stehen beim Menschen die Systeme der Haversischen Kanäle gewöhnlich so dicht, dass von besondern Lamellengruppen zwischen ihnen keine Rede ist, und was als scheinbar der Oberfläche parallele Lamellen auf Querschnitten hier sich zeigt, ergibt sich fast immer als horizontal verlaufenden Kanälchen angehörig. Hiermit soll nicht behauptet werden, dass interstitielle Lamellen in der Dicke der *Subst. compacta*, wie sie bei Säugethieren, z. B. beim Ochsen, nach *Bruns* sehr schön sich zeigen, gar nicht vorkommen, nur dass dieselben selten sind, und, wo sie sich finden, meist ganz unentwickelt mehr kleine Inseln von undeutlich lamellöser Knochensubstanz in den Räumen darstellen, welche die sich nicht überall berührenden Systeme der Haversischen Kanälchen zwischen sich lassen. — Die oberflächlichen und interstitiellen Grundlamellen sind in Bezug auf Dicke gerade ebenso beschaffen, wie die der H. Kanälchen; ihre Zahl varirt daher begreiflicher Weise sehr bedeutend, je nach der Dicke der Lamellengruppen. Wo die Grundlamellen eine dünne Lage bilden, findet man 10, 15—30 Lamellen, an andern Orten aber auch 40, 50, ja selbst bis 90 und 100.

Bisher war nur von der Diaphyse der langen Knochen die Rede und es wird desshalb passend sein, auch noch auf andere Theile des Knochensystems einen Blick zu werfen. In den Apophysen der langen Knochen zeigt die dünne Rinde natürlich nur wenige Systeme Haversischer Kanälchen, diese jedoch beschaffen wie anderwärts. Die äussern Grundlamellen sind spärlich, innen fehlen dieselben ganz wegen der hier befindlichen spongiösen Substanz. In dieser zeigen die sehr spärlichen Haversischen Kanälchen ihre Lamellensysteme wie gewöhnlich nur dünn und der Rest besteht aus einem, je nach der Beschaffenheit des knöchernen Netzwerkes, lamellösen und faserigen Gewebe, welches im Allgemeinen wie die Contouren der Markräume und Markzellen verläuft. Werden diese nur von Knochenbalken begrenzt, so ist die Textur eine faserige zu nennen, und an kleineren Balken unterscheidet man dann nicht selten ebenso viele faserartige Streifen, als sie Markräume begrenzen. Sind die Wände der Markräume Blättchen, so bestehen sie statt der Fasern aus einigen Lamellen oder dünnen Lamellengruppen, wie Letzteres namentlich schön in der Diploe und aller, aus compacter entstandener schwammiger Substanz zu sehen ist, oder auch aus einem minder deutlich geschichteten Gewebe. Eigentlich sind auch das, was ich so eben Fasern nannte, nichts als ganz schmale Lamellen, was man, um Verwechslungen mit Fasern im gewöhnlichen histiologischen Sinne zu verhüten, nicht übersehen darf.

Wie die eben erwähnte spongiöse Substanz verhält sich auch diejenige der platten und kurzen Knochen, während die Rinde derselben nur darin von derjenigen der langen Knochen abweicht, dass die Grundlamellen in den platten Knochen Blätter bilden, welche den beiden Flächen dieser Knochen parallel verlaufen. Die Dicke der Grundlamellen beträgt an Schädelknochen (Scheitelbein) bald innen und aussen gleichviel, nämlich 0,08 — 0,16''', bald fehlen dieselben an gefässreichen Orten stellenweise aussen ganz und gehen die Haversischen Lamellen fast bis zur Oberfläche und dem entsprechend varirt auch die Zahl der Lamellen derselben, deren Dicke ganz dieselbe ist wie anderwärts.

Anlangend den feineren Bau der Knochenlamellen ist vor Allem von dem zu reden, was der unveränderte Knochen darbietet. Ein trockner, polirter, gehörig feiner Knochenschliff (Quer- oder Längsschliff) zeigt, abgesehen von den Knochenhöhlen und Knochenkanälchen, in den meist nicht besonders deutlichen Lamellen nichts als eine äusserst feine, jedoch sehr deutliche Punctirung, so dass das ganze Knochengewebe granulirt erscheint (Fig. 85). Die einzelnen Körnchen, die man unterscheidet, sind blass und alle von gleicher Grösse, nämlich 0,0002''' und stehen so dicht beisammen, dass *mutatis mutandis* eine sehr grosse Aehnlichkeit

Fig. 85.



mit den Querschnitten von Sehnenfibrillen sich herausstellt. Das granulirte Ansehen ist auf Querschliffen meist deutlicher als auf Längsschliffen, in welchen dasselbe hie und da ganz vermisst wird und einem homogenen Wesen Platz macht, das überhaupt an möglichst feinen ganz durchsichtigen Schliffchen ohne Ausnahme sich findet. — Setzt man zu einem Knochenschliffe Wasser oder eine leichte Zucker- oder Eiweisslösung, so wird derselbe in einen Zustand versetzt, den er wahrscheinlich auch im Leben darbietet. Die Lamellen treten (auf Quer- und senkrechten Schnitten) meist klar hervor und ihr körniges Ansehen ist ganz deutlich, jedoch nicht so rein ausgesprochen wie früher. Einmal nämlich zeigt sich neben den Körnchen noch eine dichte blasse Streifung, welche, von den mit Flüssigkeit erfüllten Ausläufern der Knochenhöhlen herrührend, in verschiedenen Richtungen durch das Gewebe zieht und dessen Zeichnung complicirter macht und dann erscheint auch der Bau der Lamellen verwickelter als früher. Anstatt einer gleichmässigen Granulirung zeigen nämlich dieselben jetzt nicht selten jede wie zwei Schichten, eine blasse, mehr homogene und eine dunklere, granulirte, welche letztere auch vorzugsweise streifig erscheint. Ist dieses Verhältniss klar ausgesprochen, so entstehen äusserst zierliche Bilder, welche an die Durchschnitte gewisser Harnsteine erinnern. Am allerschönsten sah ich dieselben an mit Terpentin behandelten Schliffen, jedoch an keinem so exquisit, wie an dem in Fig. 84. abgebildeten, den ich der Güte des Herrn Dr. *H. Müller* verdanke. Kennt man dieses Verhältniss einmal von befeuchteten Schliffen her, so gelingt es dann auch hie und da Andeutungen davon in trocknen Präparaten zu finden, wie denn auch *Hassall* schon etwas der Art (Pl. XXXII. Fig. 3.) abgebildet hat.

Behandelt man einen Knochen mit Salzsäure, so zeigt derselbe auf Quer- und senkrechten Schnitten minder deutliche Körnchen und Streifen (von den Knochenkanälchen herrührend), wohl aber den lamellösen Bau recht deutlich, und meist auch an jeder Lamelle zwei Schichten, jedoch lange nicht so ausgeprägt wie in Fig. 84. Auf Flächenschnitten erscheint

Fig. 85. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffchens von einem Scheitelbein, 350mal vergr. *a.* Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande mit Flüssigkeit gefüllt, *b.* granulirte Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

der Knochen an vielen Stellen fast ganz homogen ohne Spur von Granulirung, an andern treten ein undeutliches körniges Wesen, kleine Pünctchen (*Deutsch*) und daneben noch eine Längsstreifung auf, welche letztere dem Ganzen ein faseriges Ansehen gibt. Hierdurch scheinen manche Autoren bewogen worden zu sein, den Knochen eine Zusammensetzung aus Fibrillen zuzuschreiben, jedoch ganz mit Unrecht, denn wenn auch die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass die ossificirenden Theile zum Theil sehr deutlich faserig sind, so gelingt es doch nicht, am fertigen Knochen etwas der Art nachzuweisen. Dagegen zeigt sich allerdings und zwar besonders am Knochenknorpel der *Subst. compacta* ein grobfaseriges Ansehen, das auch schon von Andern bemerkt wurde und vielleicht von den Faserbündeln des früheren Blastemes herrührt; doch hüte man sich Längsschnitte von Lamellen für solche Fasern zu halten. Lässt man mit Salzsäure behandelte Knochen lange Zeit, über ein Jahr maceriren, so zerfällt die Substanz der Lamellen in lauter unmessbar feine Körnchen, welche zuweilen eine lineare Aneinanderreihung und dadurch ein kurzfaseriges Ansehen wahrnehmen lassen, löst sich aber nicht in Zellgewebsfasern auf, wie *Valentin* angibt (*Bruns* pg. 239).

Verbrennt man Knochen und zerdrückt man die Fragmente davon, so kommen nach *Tomes* kleine eckige Körnchen zum Vorschein, von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{6}$ des Diam. menschlicher Blutkörperchen nach *Tomes*, $\frac{1}{6000}$—$\frac{1}{14000}''$ nach *Todd-Bowman*, welche auch beim Kochen derselben im Papinianischen Topfe deutlich werden. Diese Körnchen betrachten *Tomes* und *Todd-Bowman* als feinste Elemente der Knochensubstanz, auf jeden Fall insofern mit Unrecht, als bei dieser Annahme die organische Substanz der Knochen ganz übersehen ist. Dagegen könnte man, gestützt auf das granulirte Ansehen frischer Knochen, auf das auch *Tomes* und *Todd-Bowman* aufmerksam machen, ferner auf die ungefähr gleiche Grösse der hier zu sehenden Körnchen mit den von *Tomes* dargestellten, endlich auf den Umstand, dass mit Salzsäure behandelte und calcinirte Knochen beide eine vollkommen homogene Substanz ohne Lücken darstellen, annehmen, dass das Knochengewebe aus einem innigen Gemenge anorganischer und organischer Verbindungen in Gestalt fest verbundener feiner Körnchen besteht.

Die Lamellen der Knochen werden von *Arnold* (*Anat. I.*) anders zusammengestellt, nämlich 1) in Lamellensysteme der Markkanälchen und äussere und innere concentrische Lamellen und 2) in interstitielle Lamellen (Grundlamellen, *Arn.*); letztere werden als etwas von den inneren und äusseren Lamellen Differentes betrachtet, jedoch gewiss mit Unrecht, indem der Zusammenhang beider an kleineren Knochen und vor Allem bei thierischen Knochen, bei denen die Systeme der Markkanälchen spärlicher sind, wie

Bruns richtig angibt, sich sehr leicht beobachten lässt und auch die Entwicklungsgeschichte die Uebereinstimmung beider und die Unrichtigkeit der Annahme von *Arnold*, dass die einen seiner Lamellen aus dem ursprünglichen Knorpel, die andern von Beinhaut und Mark aus neu sich bilden, ergibt. — Obgleich beim Menschen die meisten Knochentheile einen lamellösen Bau darbieten, so ist damit nicht gesagt, dass Lamellen nothwendig zum Begriff des Knochengewebes gehören; in der That lässt auch die Knochensubstanz der Zähne (Cement), diejenige vieler Thiere, pathologische ächte Knochensubstanz oft keine Spur von solchen erkennen. Die Lamellen rühren entweder von einer Schichtung im ossificirenden Blasteme her oder sind der Ausdruck der nicht ununterbrochen vor sich gehenden Bildung von Knochensubstanz von Flächen aus (der Innenfläche des Periostes und der Aussenfläche der Gefässe in den Haversischen Kanälchen). Unter beiden Voraussetzungen ist es begreiflich, dass die Lamellen nicht überall von gleicher Dicke sind, und nicht in allen Knochen gleich deutlich hervortreten, so dass selbst einzelne kleinere Stellen ein mehr homogenes Ansehen annehmen. — Zur Aufstellung von gröberen Lamellen von $1/_{250}'''$ und feineren von $1/_{1500}'''$, welche erstere zusammensetzen (*Arnold*), sehe ich mich nicht veranlasst. Es ist zwar sicher, dass man hie und da in gröberen Lamellen und auch sonst in undeutlich lamellösem Gewebe feine, dicht beisammenstehende concentrische Linien sieht, welche als feinste Lamellen gedeutet werden könnten, allein diese Erscheinung ist viel zu selten, um auf dieselbe die Annahme einer weitern Zusammensetzung der bekannten Lamellen als einer allgemeinen Erscheinung zu basiren. — Die Lamellensysteme der Markkanälchen zeigen hie und da ein sehr sonderbares Verhalten, nämlich zwischen ganz vollkommenen Systemen Bruchstücke anderer eingeschaltet (Fig. 84.), in Gestalt von mehr oder weniger fragmentarischen Systemen. Im Anfang ist man geneigt, diese unvollkommenen Systeme alle auf Rechnung schiefer Durchschnitte vollkommener Systeme oder solcher, die die Vereinigungsstellen mehrerer solcher getroffen haben, zu setzen, und das reicht auch in der That in vielen Fällen aus; in andern aber ist dies trotz aller Anstrengung der Phantasie nicht möglich und fühlt man sich zur Annahme unvollkommener Lamellensysteme Hav. Kanälchen verleitet, deren Bildung theoretisch auch gar nicht schwer zu denken wäre. — Die Grundsubstanz der Knochen besteht nach *Sharpey* und *Hassall* aus einem Netzwerk feiner Fasern mit rhombischen Maschen, von welchen Fasern ich weder an frischen, noch an mit Reagentien behandelten Knochen eine Spur habe entdecken können. Was *Arnold* neulich (l. c. pg. 242) Primitivfasern der Knochen nennt, sind, wie seine Abbildungen lehren, nur die Granula der Grundsubstanz, an denen er eine lineare Aneinanderreihung zu erkennen glaubt, und seine Querstreifen auf Flächenschnitten und radiären Linien auf Querschliffen, wenigstens die letzteren sicher, nichts als die Ausläufer der Knochenhöhlen. Sollten durch irgend ein Reagens in dem Knochengewebe deutliche Fibrillen nachgewiesen werden können, was mir aber noch nicht gelungen ist, so könnten dieselben wohl keine anderen sein, als diejenigen, welche im ossificirenden Knorpel das streifige Ansehen bewirken und die von *Sharpey* und mir bei der Knochenbildung aus dem Periost beschriebenen (siehe unten). Anlangend

das granulirte Wesen der frischen Knochen, so ist ganz sicher, dass dasselbe nicht durch die Querschnitte der Ausläufer der Knochenhöhlen erzeugt wird, wie *Henle* (*Canst. Jahresb.* 1846, pg. 75) vermuthungsweise ausspricht, indem auch auf Querschliffen langer Knochen und allerwärts zwischen den Ausläufern der Knochenhöhlen Körnchen sichtbar sind. Wenn diese Granulirung wirklich von Körnchen herrührt, welche den fertigen Knochen zusammensetzen, in welchem Falle gewissermassen das organische Gefüge der Knochen (eine faserige Grundsubstanz und homogene verdickte Zellmembranen) einem anorganischen Platz gemacht hätte, wie dies auch an Ossificationsrändern ziemlich deutlich hervortritt, so kann man dann nicht anders, als noch eine dieselbe vereinende Zwischensubstanz statuiren, welche auch in der That *Tomes* (l. c.) selbst zwischen den von ihm dargestellten Körnchen calcinirter Knochen hie und da gesehen zu haben glaubt.

§. 88.

Knochenhöhlen und Knochenkanälchen. Durch die ganze Knochensubstanz zerstreut, in allen Lamellen sieht man an trocknen Knochenschliffen mikroskopische dunkle, kürbiskernartige Körperchen mit vielen feinen verästelten und zum Theil anastomosirenden dunklen Strahlen. Die Mikroskopiker hielten dieselben bis vor noch nicht langer Zeit für unorganische Massen oder mit solchen gefüllte Hohlräume, glaubten, dass die Kalksalze der Knochen wenigstens einem guten Theile nach in ihnen enthalten seien und nannten sie desshalb Knochen- oder Kalkkörperchen (*Corpuscula ossium*, *Sacculi chalicophori*). Diese Ansicht ist jedoch eine ganz irrige und es wird, seit namentlich *Bruns*, *Todd* und *Bowman* u. a. ihre Stimmen gegen dieselbe erhoben haben, kaum noch einen Forscher geben, der daran zweifelt, dass die fraglichen Gebilde, weit entfernt mit festen Kalksalzen gefüllt zu sein, in normalen Knochen kein Atom von solchen enthalten. Die Täuschung entstand einfach dadurch, dass in trocknen Knochenschliffen die kleinen Höhlungen Luft enthalten und ganz dunkel aussehen, wie z. B. Luftbläschen in Wasser, so dass sie eine grosse Aehnlichkeit mit Kalkconcretionen besitzen. Setzt man jedoch einem solchen Präparate Wasser, Terpentinöl u. s. w. zu, so tritt die Luft heraus und es füllt sich das sogenannte Knochenkörperchen sammt seinen Strahlen ganz mit dem Fluidum an. In frischen Knochen, die ihrer wässerigen Theile noch nicht beraubt sind, findet man in denselben nichts als ein helles Fluidum, das am besten als Ernährungsflüssigkeit der Knochen bezeichnet wird und daher ist es auch am passendsten, die fraglichen Gebilde mit dem Namen der Knochenhöhlen, *Lacunae ossium*, und ihre Ausläufer als Knochenkanälchen oder Poren, *Canaliculi s. Pori ossium*, zu bezeichnen.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir nun zu einer etwas genaueren

Betrachtung der Knochenhöhlen übergehen. Dieselben sind länglich runde, abgeplattete Räume von 0,01''' mittlerer Länge, 0,004''' Breite und 0,003''' Dicke, die sowohl von den Rändern als und namentlich von den Flächen eine grosse Zahl von sehr feinen Kanälchen, die erwähnten Knochenkanälchen, abgeben (Fig. 86, 87 u. 88). Die Knochenhöhlen sind in den beiderlei beschriebenen Lamellensystemen gleich zahlreich und so dicht aneinander gelagert, dass nach *Harting* (l. c. pg. 78) auf 1 □mm. 709—1120, im Mittel 910 derselben kommen. Sie liegen meist in den Lamellen drin, aber auch zwischen denselben, stehen ohne Ausnahme mit ihren breiten Seiten parallel den Oberflächen der Lamellen und zeigen selbst in denen der Gefässkanälchen eine denselben entsprechende Krümmung; ihre Längsaxe entspricht in den Haversischen Systemen derjenigen der Gefässkanälchen, in den Hauptlamellen wenigstens der langen Knochen meist derjenigen des ganzen Knochens. Die von ihnen ausgehenden Kanälchen durchsetzen in unregelmässigem, oft wirklich gebogenem Verlauf und mehrfach verästelt die Knochensubstanz nach allen Richtungen, gehen jedoch vorzüglich einerseits von den zwei Flächen der Knochenhöhlen aus gerade durch die Lamellen und zweitens parallel mit den Haversischen Kanälchen u. s. w. von den beiden Polen der Höhlen ab. Nur an gewissen kleinen Stellen enden dieselben blind, an allen andern Orten anastomosirt ein Theil von ihnen auf's mannigfachste mit den

Fig. 86.

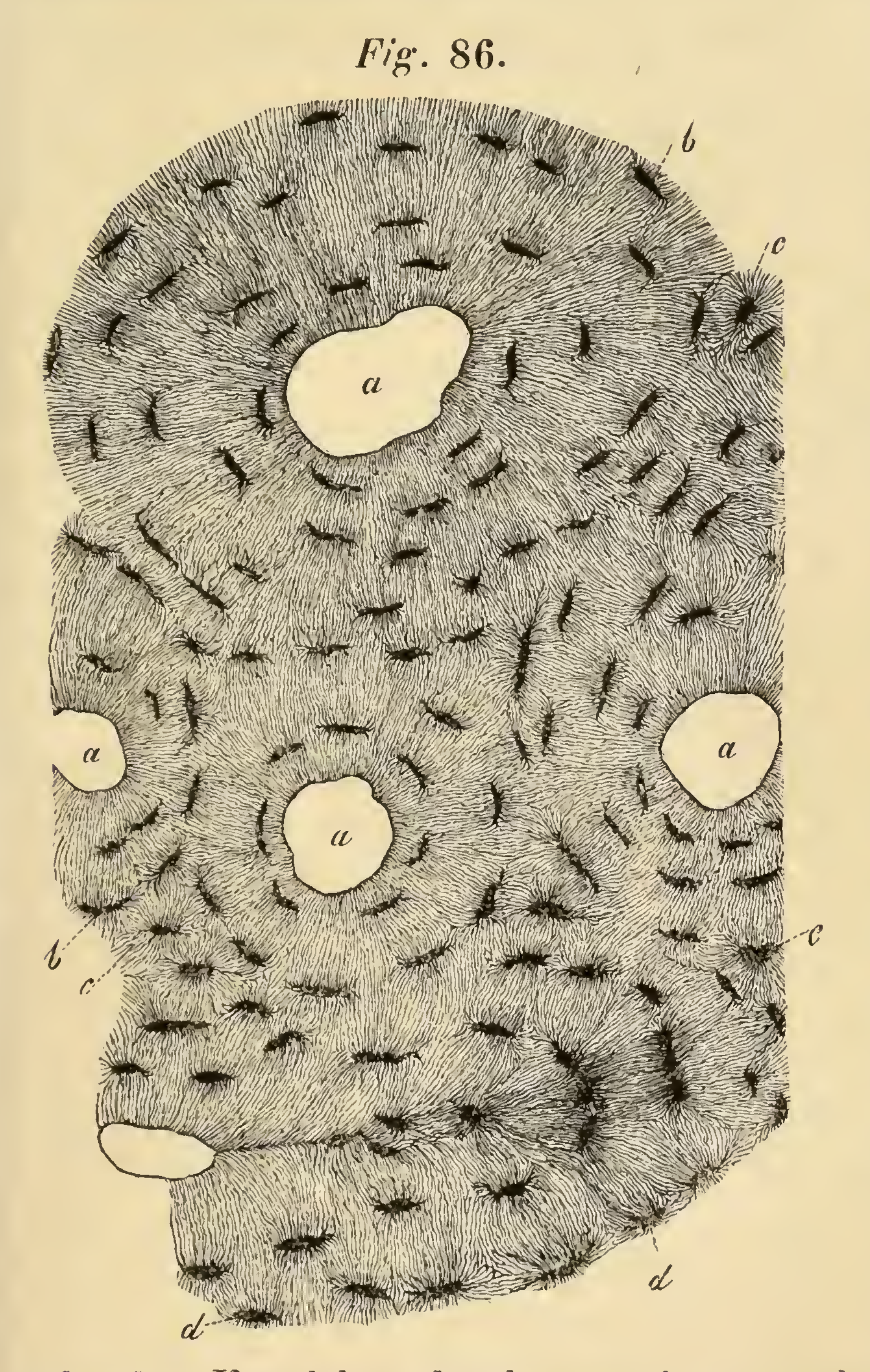


Fig. 86. Aus einem Querschliff der Diaphyse des Humerus, 300 mal vergr. *a*. Haversische Kanäle. *b*. Knochenhöhlen mit ihren Kanälen in den Lamellen derselben. *c*. Knochenhöhlen der interstitiellen Lamellen. *d*. Solche mit einseitig abgehenden Strahlen an der Oberfläche Haversischer Systeme.

Poren benachbarter Höhlen, während ein anderer Theil in die Gefässkanälchen, in die Markhöhle und in die Markräume der *Subst. spongiosa* einmündet oder an der Oberfläche des Knochens frei ausgeht. So entsteht ein die ganze Knochensubstanz durchziehendes zusammenhängendes System von Lücken und Kanälchen, durch welches der aus den Knochengefässen ausgeschiedene Nahrungssaft auch ins dichteste Gewebe hineingeleitet wird.

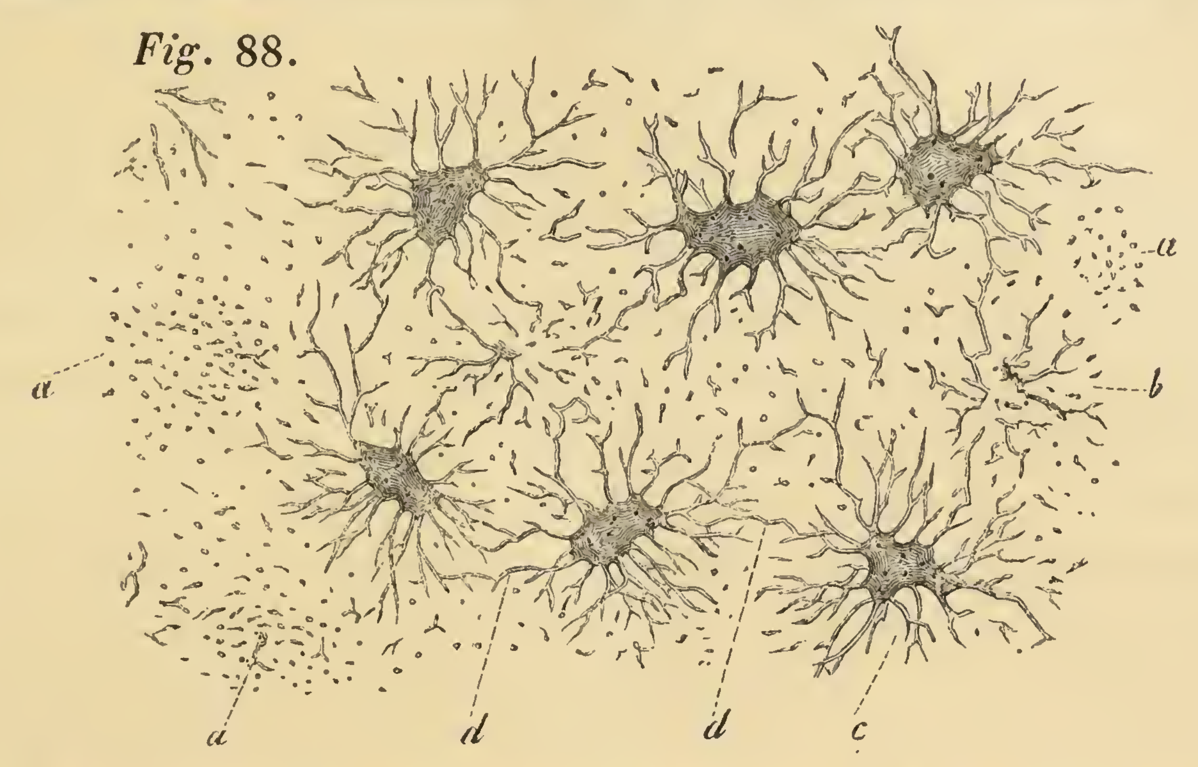
Die Knochenhöhlen und ihre Kanälchen verhalten sich nicht in allen Theilen der Knochen ganz auf dieselbe Weise. In den Lamellensystemen der Haversischen Kanälchen liegen auf dem Querschnitte die länglichen Höhlen ihrer Krümmung wegen wie concentrisch und ihre ausnehmend zahlreichen Poren bedingen eine sehr dichte, radiäre, von dem Gefässkanal ausgehende Streifung (Fig 86). Die Höhlen sind bald äusserst zahlreich, bald spärlicher; im ersteren Falle sind sie meist ziemlich regelmässig alternirend oder in der Richtung der Radien der Lamellensysteme hintereinander gelagert, manchmal aber auch sehr regellos gestellt, haufenweise beisammen (siehe den unteren Theil von Fig. 86.) oder durch grössere Zwischenräume getrennt. Weniger varirt die Zahl und der Verlauf der Kanälchen. Meist ziehen dieselben radiär, selten unregelmässiger, wie ebenfalls am unteren Ende der Fig. 86., und sind ohne Ausnahme äusserst häufig, doch kaum jemals schöner als in dem in Fig. 86. wiedergegebenen Schliffe. Auf Flächen- und Längsschnitten Haversischer Kanälchen (Fig. 87.) sieht man einmal, wenn der Schnitt mitten durch ein Kanälchen geht, die Höhlen als schmale, lange Gebilde reihenweise hintereinander und in mehrfachen Lagen parallel den

Fig. 87.

Fig. 87. Flächenschliff aus der Diaphyse eines menschlichen Femur, 100 mal vergr. *a*. Gefässkanälchen, *b*. Knochenhöhlen von der Seite, zu den Lamellen derselben gehörend, *c*. solche von der Fläche, aus der Fläche nach angeschliffenen Lamellen.

Markkanälchen mit ebenfalls zahlreichen Poren, die vorzüglich gerade nach innen und aussen (also quer durch die Lamellen), einem kleineren Theile nach parallel der Längsaxe der Kanäle abgehen. Trifft der Schnitt die Oberfläche eines Systemes, so bieten sich die Höhlen von der Fläche dar und erscheinen dann von sehr zierlicher Gestalt, rundlich oder oval (Fig. 87. *d* u. Fig. 88.), unregelmässig begrenzt mit einem ganzen Büschel von Poren, die gerade dem Beobachter sich zuwenden und daher mehr oder weniger verkürzt erscheinen, und einer geringeren Anzahl anderer,

Fig. 88.



die in der Fläche der Lamellen sich ausbreiten. Hie und da sieht man auch in den dünnsten Stellen eines Schliffes ein Büschel quer durchschnittener Poren, ohne die dazu gehörige Höhle, was dann demselben ein siebförmiges Ansehen gibt. Die innersten Lacunen eines Haversischen Systems senden die von ihrer innern Fläche ausgehenden Poren Alle nach dem Haversischen Kanale hin und münden durch sie in denselben aus. Von dieser wichtigen Thatsache überzeugt man sich auf feinen senkrechten und queren Schliffen mit Luft gefüllter Knochen aufs allerbeste, indem man an solchen einmal den Uebergang der Kanälchen in den grössern Kanal direct beobachtet, anderseits auch Gelegenheit hat, bei Zusatz namentlich von gefärbten Flüssigkeiten, ihren Eintritt in die Poren von dem Gefässkanale aus zu beobachten. Auch an den Wänden der Länge nach angeschliffener Markkanäle sieht man, wie schon von früheren Beobachtern (*Krause, Kohlrausch*) angegeben wird, die Oeffnungen der Kanälchen als feine, dicht beisammenstehende Pünctchen, doch ist auf diese Weise nicht

Fig. 88. Knochenhöhlen von der Fläche mit den Knochenkanälchen aus dem Scheitelbein, 450 mal vergr. Die Pünctchen auf den Höhlen oder zwischen denselben gehören durchschnittenen Kanälchen an, oder sind die Mündungen solcher in die Höhlen. *aaa*. Gruppen von Querschnitten von Kanälchen, je zu einer Höhle gehörend, die durch den Schliff zerstört wurde.

ganz sicher zu entscheiden, ob man es mit wirklichen Ausmündungen oder blinden Enden derselben zu thun hat. Ausser diesen frei sich öffnenden Kanälchen geben die innersten Lacunen sowohl von den Rändern als von der äussern Fläche andere ab, welche vielleicht hie und da blind enden, vorzüglich aber mit denen der benachbarten, namentlich äusseren Höhlen zusammenmünden. So zieht sich, indem auch die folgenden Höhlen alle miteinander sich verbinden, das Netz von Poren und Lacunen bis zur äussersten Lamelle des Systemes, woselbst die Höhlen entweder mit denen benachbarter Systeme oder intermediärer Lamellen sich verbinden oder für sich enden, in welch' letzterem Falle (Fig. 86. *d*) ihre Poren Alle oder wenigstens die meisten und die längsten nach innen, d. h. nach dem Gefässkanälchen zu, von dem die Ernährungsflüssigkeit herkommt, abgehen.

In der interstitiellen Knochensubstanz zwischen den Havers. Systemen stehen, wenn dieselbe in geringer Menge da ist, die spärlichen, oft nur zu 1—3 vorhandenen Knochenhöhlen mehr unregelmässig und haben auch eine mehr rundliche Gestalt (Fig. 86. *c*); ist dieselbe deutlich lamellös und massenhafter, so liegen die Höhlen auch geordneter mit ihren Flächen parallel denen der Lamellen. Auch die Poren dieser Höhlen verbinden sich untereinander und mit denen benachbarter Systeme. In den äusseren und inneren Grundlamellen endlich stehen die Höhlen alle mit ihren Flächen parallel den Flächen der Lamellen und demnach meist nach innen und aussen gewendet. Auf Querschnitten erscheinen sie gerade wie die der Haversischen Systeme, nur, mit Ausnahme der kleinsten Röhrenknochen, wenig oder fast gar nicht gekrümmt. Senkrechte und Flächenschnitte verhalten sich, wie oben schon beschrieben, mit der Beschränkung jedoch, dass man hier natürlich eine grössere Zahl von Höhlen von der Fläche beisammen sieht und auch das schon erwähnte siebförmige Ansehen, das den Knochen viele Aehnlichkeit mit gewissen Zahnschliffen gibt (Fig. 88.), häufiger beobachtet. Die Poren dieser Lamellen münden zum Theil wie gewöhnlich mit einander zusammen, zum Theil gehen sie an der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen frei aus. Letzteres ist sicher überall da der Fall, wo die Knochen von Periost überzogen sind (Fig. 89), ob auch

Fig. 89.

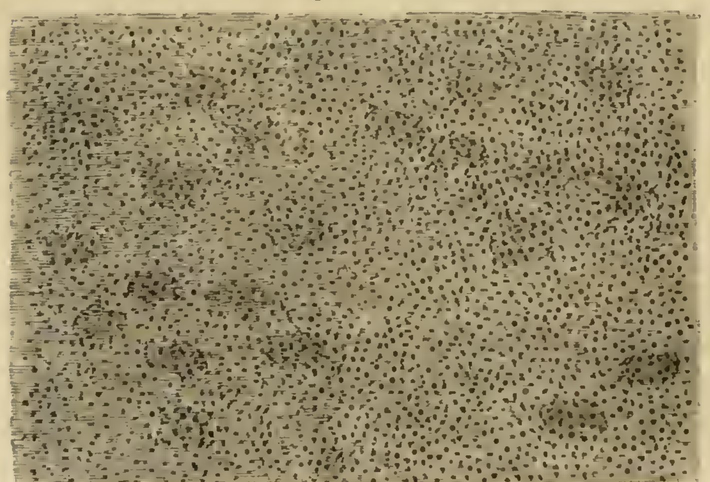


Fig 89. Ein Stückchen der Oberfläche des Schienbeines des Kalbes von Aussen gesehen, 350 mal vergr. Die vielen Pünctchen sind die Oeffnungen der Knochenkanälchen, die dunklen grösseren undeutlichen Flecken die aus der Tiefe durchscheinenden zu ihnen gehörenden Knochenhöhlen.

wo Sehnen und Bänder an sie direct sich ansetzen, ist zweifelhaft. Nach dem was ich an einigen dieser letztern Orte sah, möchte ich glauben, dass hier die Poren der äussersten Knochenhöhlen blind enden, ein Verhältniss, das auf jeden Fall an den überknorpelten Knochenstellen (Gelenkenden, Rippen, Wirbelkörperflächen etc.) sich findet. In den Balken, Fasern und Blättern der spongiösen Substanz haben die Knochenhöhlen alle möglichen Richtungen, stehen jedoch mit ihrer Längsaxe derjenigen der Fasern, Balken etc. meist parallel und mit ihren Flächen nach den Markräumen zu gerichtet. Sie anastomosiren auch hier durch ihre Poren und gehen die äussersten mit denselben frei in die Markräume aus.

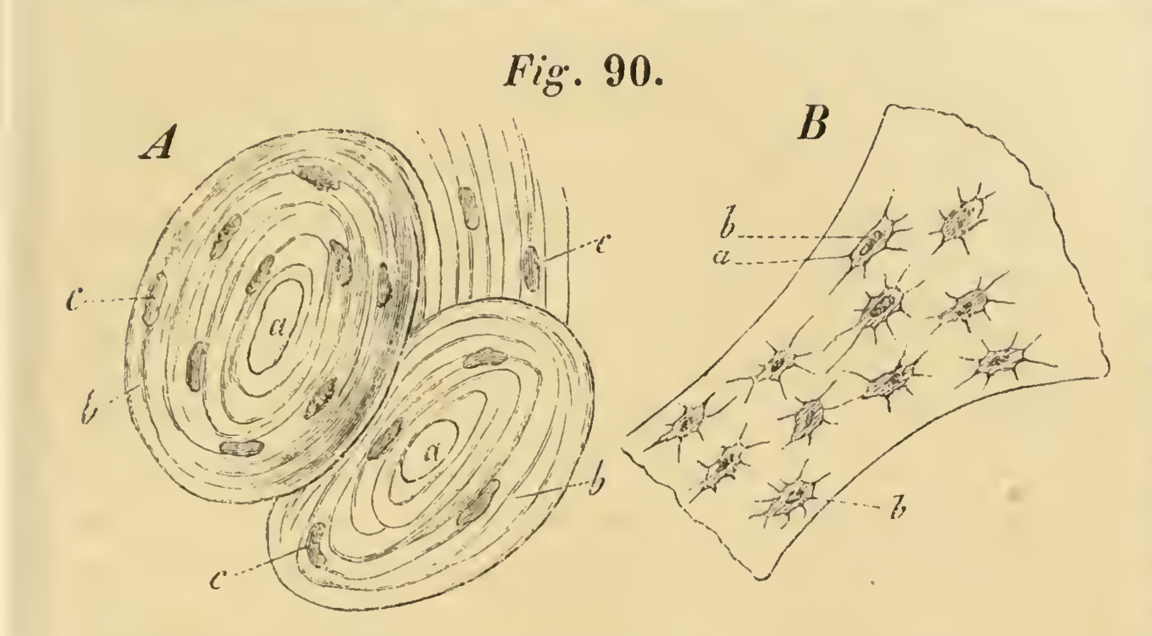
Zur Untersuchung der Knochenhöhlen und Kanälchen eignen sich frische Knochen sehr wenig, indem in diesen die genannten Theile mit Flüssigkeit erfüllt sind, und selbst für den Kenner, namentlich die Kanälchen, nicht in allen ihren Verhältnissen sich verfolgen lassen. Dasselbe gilt von trocknen Schliffen, die man mit Wasser, Terpentin oder andern Flüssigkeiten, die in die mit Luft gefüllten und daher dunklen Poren und Höhlen eindringen, befeuchtet, wenn man den ersten Moment der Einwirkung der Flüssigkeiten versäumt oder dieselben, Terpentin z. B., nicht concentrirt anwendet, in welchem Falle sie langsamer eindringen und die Luft nur allmälig vertreiben. In solchen Präparaten erkennt man die meisten Höhlen als blasse Lücken in der Regel ziemlich deutlich, andere, oft viele, entziehen sich aber dem Blicke mehr oder weniger ganz; die Poren sind gewöhnlich als Quer- und radiäre Streifen (die oben erwähnten Streifen) schön, oft sehr schön sichtbar, andere Male aber fast gar nicht zu erkennen und niemals in ihren Endigungen und Verbindungen scharf aufzufassen. Nur ganz trockene, dünne Schliffe mit polirten Flächen, um sie ohne Flüssigkeiten unters Mikroskop bringen zu können, zeigen die angegebenen Theile durch Anfüllung mit Luft vollkommen deutlich und lassen einen richtigen Blick in ihre wahrhaft bewundernswerthen Verhältnisse thun. Mit Salzsäure erweichte Knochen zeigen wohl die Knochenhöhlen und auch, wie oben §. 87. schon erwähnt, hie und da Streifungen oder kleine Oeffnungen, die von nichts anderem als von deren Poren herrühren, sind aber zum genaueren Studium derselben ganz untauglich. In calcinirten Präparaten endlich erhalten sich wohl die Höhlen, dagegen werden die Kanälchen undeutlich.

Die Grösse und Gestalt der Knochenhöhlen variren beim Menschen im Ganzen sehr wenig. Die überwiegende Mehrzahl ist kürbiskernartig oder linsenförmig, einige mehr spindelförmig oder kugelig. Ihre Länge finde ich an gut mit Luft gefüllten Schliffen, an denen ich allein Messungen angestellt habe, 0,01—0,014‴ im Mittel, häufig unter und über den angegebenen Grössen bis zu 0,006 und 0,016‴, selten 0,02 selbst 0,024‴ (Schädelknochen, *Maxilla inferior*). Die Breite, auf Flächenschliffen gemessen, ist 0,003—0,006‴, auf Querschliffen findet man dieselbe zum Theil etwas grösser, bis 0,008‴, selbst 0,01‴, weil die Grenze zwischen

den Kanälen und Höhlen sich nicht immer scharf bemessen lässt. Die Dicke endlich beträgt 0,003—0,004‴ bei kleineren, 0,002—0,004‴ bei grösseren Höhlen. Rundliche Höhlen messen nach allen Richtungen 0,006—0,008‴. Die Knochenkanälchen haben 0,008—0,016‴ mittlere Länge, seltener weniger oder mehr bis zu 0,02‴ und 0,024‴; ihre Dicke ist 0,0004‴ bei den feinsten Enden, 0,0005—0,0008‴ als Mittel, 0,0008—0,001‴ an ihrem Ursprung aus den Höhlen. Ihre wahren, auf Flächenschnitten, da wo sie als Löcher erscheinen, sichtbaren Abstände sind 0,0008—0,002‴; auf Querschnitten, in denen sie die radiären Streifen erzeugen, stehen sie, weil in mehreren Ebenen zugleich sichtbar, scheinbar etwas dichter, nämlich in Entfernungen von 0,0008—0,0012‴. Der Gesammtumfang einer Knochenhöhle, sammt den zu ihr gehörenden Strahlen bildet annähernd eine Kugel von dem mittleren Durchmesser von 0,02—0,034‴, wobei jedoch nicht zu vergessen ist, dass einzelne Kanälchen über die gewöhnliche Länge der andern hinausgehen, wie ich denn in der That Anastomosen zwischen zwei Höhlen von der Länge von 0,04—0,045‴ gemessen habe.

In Betreff des Inhaltes der Knochenhöhlen und Kanälchen finden sich zwar die älteren Angaben auch noch in einigen neueren Werken, wie in denen von *Günther*, *Arnold*, *Bendz* und zum Theil bei *Bibra*, allein offenbar mehr in Folge des Glaubens an die früheren Beobachter als eigener Untersuchungen. Die Natur der Flüssigkeit in diesen Höhlen wird sich vielleicht durch Analysen des Wasser-, Aether- und Alkoholauszuges frischer compacter, gehörig gereinigter Knochensubstanz und durch Vergleichung der Bestandtheile des reinen Knochenknorpels und frischer Knochen annähernd ermitteln lassen; *a priori* ist es mehr als wahrscheinlich, dass dieselbe mit dem Blutserum nahe verwandt ist. In mit Salzsäure behandelten Knochen finde ich hie und da Fetttropfen in den Knochenhöhlen, was ebenso wenig wie der Fettinhalt derselben in von durchsickerndem Fett gelb gewordenen Knochen zu den normalen Erscheinungen zählt. Eine nicht unwichtige Frage ist die, ob die Höhlen ausgebildeter Knochen Kerne enthalten. Schon *Schwann*, *Krause*, *Kohlrausch*, *Fleischmann* und *Günther* wollen hie und da in hellen Knochenhöhlen solche Körper gesehen haben und ähnliches beschreibt neulich *Donders*. Nach *D.* (pg. 56) sieht man, wenn man lange in verdünnter Salzsäure macerirte Knochen 5 Stunden mit Kali behandelt, die Knochenkörperchen durch Zusatz von Wasser aufquellen und in denselben eine Reihe von Kernen, von welchen bisweilen einzelne von Zellen umgeben sind, so dass mit der klaren Grundlage ein Bild entsteht, das dem des wahren Knorpels sehr ähnlich ist. Dasselbe melden auch *Donders* und *Moleschott* in *Mulder's physiologischer Chemie pg.* 595, nur ergibt sich hier aus den Abbildungen Fig. 150, dass die Zellen, welche die Kerne umgeben sollen, nichts als die Contouren der Höhlungen der Knochenkörperchen sind, und dass die Kerne meist nur je zu einem in einer Lacune vorkommen. Ich habe diesen Kernen alle Aufmerksamkeit gewidmet und dieselben in der That in den mit Salzsäure behandelten Knochen eines 18jährigen Individuums in spongiöser wie in compacter Substanz überall ganz constant gefunden. Um dieselben nachzuweisen, koche ich feine

Schnittchen von Knochenknorpel in einem Reagenzgläschen 1—3 Minuten mit verdünntem *Natron causticum*. Hierdurch wird die Grundsubstanz wenig verändert, nur blasser, ihre Lamellen sind recht deutlich, die radiäre Streifung an vielen Orten sichtbar, dagegen kommen in allen Knochenhöhlen, wenn das Natron gehörig eingewirkt hat, runde oder längliche, blassgrauliche Kerne von 0,002—0,004‴ Länge und 0,0016—0,003‴ Breite zum Vorschein, welche auch am Rande des Präparates vorstehend nachzuweisen sind. Neben diesen Kernen finden sich auch stellenweise Fetttropfen (Seifen) vor, die durch Kochen in Aether verschwinden. Eine Membran, die man für die Zellmembran der ursprünglichen Knorpelzellen hätte halten können, sah ich nicht, wohl aber waren die Lacunen ziemlich oft auffallend scharf begrenzt. Noch schöner zeigen sich die Kerne in lange mit Wasser gekochtem Knochenknorpel als meist längliche, nicht ganz scharf contourirte, bis 0,004‴ lange Körperchen, dagegen waren hier oft die Knochenhöhlen nicht als von den Kernen geschieden zu erkennen und noch weniger die Umrisse der früheren Knochenzellen zu sehen. Auch in frischen Knochen und Knochenknorpeln anderer Individuen habe ich häufig einzelne Kerne gesehen, so dass ich kaum zweifle, dass auch in den Lacunen der ausgebildeten Knochensubstanz Kerne sehr häufig da sind, doch wird es noch weiterer Untersuchungen bedürfen, bevor man mit Sicherheit sagen kann, ob dieses Vorkommen ein ganz constantes und auch auf spätere Zeiten ausgedehntes ist.



Ueber die Anastomosen der Knochenkanälchen und ihre Einmündungen in Markkanälchen kann für den kein Zweifel bestehen, der hinlänglich feine trockne Schliffe untersucht und deren Veränderungen beim Zusatz von Flüssigkeiten untersuchte. Was erstere anlangt, so hat neulich *Krukenberg* (l. c. pg. 412) den Satz aufgestellt, dass unter normalen Verhältnissen der Knochen keine Ausläufer einer Knochenhöhle blind enden, sondern alle dazu dienen, die verschiedenen Lacunen miteinander in Verbindung zu setzen. Ich halte diesen Ausspruch, von dessen Richtigkeit *Kr.* sich besonders an Schliffen der dünnsten Gesichtsknochen überzeugt haben will, für nicht hinreichend begründet. Dass die Knochenkanälchen sehr zahlreiche Anastomosen bilden, an vielen Orten so zahlreiche, dass keine Enden wahrzunehmen sind, ist eine längst gekannte Sache, die sich auch in vielen

Fig. 90. *A*. Einige Lamellensysteme aus dem Querschnitte eines Knochenknorpels (vom Femur). *a*. Haversische Kanäle. *b*. Lamellen derselben. *c*. Knochenhöhlen um ihre Kerne dicht zusammengezogen und wie eins mit denselben. *B*. Eine Knochenfaser aus der Apophyse mit deutlich sichtbaren Knochenhöhlen und Kernen. Mit Wasser gekocht und 350 mal vergrössert.

Abbildungen (*Bowman*, *Valentin*, *Henle* u. s. w.) richtig wiedergegeben findet, allein eben so sicher ist es, dass auch bei vielen freie Enden vorkommen. Ohne von der Knochensubstanz der Zähne, wo solche sehr häufig sind, reden zu wollen, erinnere ich nur an die oben bezeichneten Stellen gewöhnlicher Knochen, nämlich an die äussersten Höhlen der Haversischen Lamellensysteme, ferner an viele Lacunen der interstitiellen Lamellen und an die äussersten Höhlen an den von Knorpeln (Sehnen und Bändern) überkleideten Stellen der Knochen. Ob freie Enden auch im Innern der Lamellensysteme vorkommen, ist schwer zu entscheiden. Nach dem was ich sah, möchte ich in Bezug auf diesen Punkt *Kr.* Recht geben, denn an guten Schliffen sieht man eine so überwiegende Zahl von Anastomosen, dass man die scheinbaren freien Endigungen als durchschliffene Kanälchen zu deuten geneigt ist. Mit Bezug auf die Ausmündungen der Knochenkanälchen, so halte ich auch Flächenansichten der Wände der Markkanälchen aus denselben Gründen wie *Kohlrausch* (l. c. pg. 275) für mich für überzeugend. *Donders* bezweifelt, dass die Kanälchen auch an der Oberfläche der Balken etc. der *Subst. spongiosa* ausgehen, weil er hier zugesetzte Flüssigkeiten nicht eindringen sah, allein es ist zu bemerken, dass an diesen Balken oft Reste des Markes oder Unreinigkeiten vom Schleifen her anhaften und das Eindringen verhindern. Bringt man einen gut gereinigten Knochenspan von grösserer Länge, dessen Enden mit Kitt bedeckt sind, in Wasser oder Terpentinöl oder befeuchtet man seine Mitte damit, so wird man die Flüssigkeit gleich eindringen sehen; auch gewahrt man von der Fläche aus die Oeffnungen der Kanälchen ganz bestimmt. Das Letztere gilt auch von Schnitten, die der Oberfläche des Knochens entnommen wurden, an denen zierliche, dicht beisammenstehende Oeffnungen nicht anders, denn als Oeffnungen der Kanälchen gedeutet werden können.

§. 89.

Beinhaut, *Periosteum.* Unter den Weichtheilen der Knochen ist die Beinhaut einer der wichtigsten. Dieselbe ist eine durchscheinende oder mehr undurchsichtige, leicht glänzende oder weissgelbliche, gefässreiche, dehnbare Haut, welche einen guten Theil der Oberfläche der Knochen überzieht und durch die vielen Gefässe, welche sie in das Innere derselben entsendet, für ihre Ernährung von der grössten Wichtigkeit ist.

Die Beinhaut zeigt nicht überall dasselbe Ansehen und dieselbe Dicke und unterscheidet sich namentlich je nach den Weichtheilen, welche mit ihr verbunden sind und je nach den verschiedenen Regionen der Knochen. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die nicht selbständige (mit andern Theilen verbundene) Beinhaut da undurchsichtig, dick und meist sehnig glänzend ist, wo fibröse Theile mit ihr zusammenhängen, wie z. B. unter den Nägeln, unter den Bändern der Fuss- und Handwurzel, des Brustbeins und denen der vorderen und hinteren Fläche der Wirbel-

körper, ferner an den Ansatzstellen der *Ligam. intermuscularia*, des fibrösen Theiles der Gelenkkapseln, der *Membranae interosseae* und der Fascien (*Crista tibiae, Pecten ossis pubis, Linea arcuata interna*), endlich überall, wo die Muskeln mit kurzen Sehnenstreifen sehr schief entspringen (*Subscapularis, Iliacus internus* zum Theil, *Glutaeus medius*, Unterschenkel- und Vorderarmmuskeln u. s. w.); dünn und durchscheinend ist dagegen die Beinhaut, wo Muskelfasern ohne Vermittlung von Sehnen direct von ihr herkommen, wie z. B. in einem guten Theil der *Fossa infraspinata, iliaca* und an vielen Orten der Extremitäten. Die freie, für sich bestehende Beinhaut ist da sehr stark, wo sie nur von der Haut bedeckt wird (*Tibia*, vordere innere Fläche), ferner auch an den Apophysen der langen Knochen, während sie an den Diaphysen, wo Muskeln auf den Knochen nur aufliegen, an der Aussenseite des Schädels (*Pericranium*), im Wirbelkanale, in der Augenhöhle (*Periorbita*) eine nur ganz dünne Lage bildet. Wo Schleimhäute auf Knochen aufliegen, ist die Knochenhaut meist sehr fest mit der bindegewebigen Grundlage derselben vereint, so dass beide nicht von einander zu trennen sind und eine einzige dickere (am Gaumen, in der Nasenhöhle, an den Alveolen) oder dünnere (*Sinus maxillaris*, Paukenhöhle, *Cellulae ethmoidales*) Haut entsteht; seltener liegt zwischen der Schleimhaut und dem dünneren oder dickeren Periost eine Lage von lockerem Bindegewebe, wie am Körper des Unterkiefers zum Theil und an der Schädelbasis. Als eigenthümlich ist endlich auch das Verhalten des Periostes der Innenfläche der Schädelknochen hervorzuheben, welches mit Ausnahme weniger Stellen mit der harten Hirnhaut fest verwachsen ist.

Die Vereinigung des Periostes mit den Knochen kommt entweder durch einfache Aneinanderlagerung und durch zartere in den Knochen eindringende Gefässe zu Stande, oder sie wird durch stärkere Gefässe und Nerven und viele sehnige Streifen bewirkt, welche von der Innenfläche der Beinhaut in Rauhigkeiten der Knochen sich ansetzen. Im ersten Falle, der vorzüglich bei dünnem Periost und compacter Substanz der Knochen, wie an den Diaphysen, innen und aussen am Schädeldach, an den Sinus des Schädels, sich verwirklicht findet, lösen sich beide Theile leicht und mit glatten Flächen von einander, im letzteren, bei dickem Periost und dünner *Subst. compacta*, so z. B. an den Apophysen, bei kurzen Knochen, am Gaumen, an der Schädelbasis, ist die Verbindung eine sehr innige und die Trennung an frischen Knochen nur mit Noth zu bewerkstelligen.

Den feineren Bau der Beinhaut anlangend, so sollen ihre Gefässe und Nerven später im Zusammenhange mit denen der Knochen erwähnt

werden. Hier bemerke ich nur so viel, dass die Beinhaut fast überall, mit einziger Ausnahme der Stellen, wo Muskeln direct von ihr entspringen, zwei Lagen zeigt, die zwar fest mit einander zusammenhängen, aber doch durch ihren Bau mehr oder minder deutlich sich unterscheiden. Die äussere Lage wird vorzüglich von Bindegewebe gebildet und ist der Hauptsitz der dem Perioste eigenen Gefässe und Nerven. Elastisches Gewebe mangelt in ihr, namentlich in den äussersten Theilen von weissglänzendem Perioste, die ganz wie Bänder gebaut sind, gänzlich, oder wird durch längliche Kerne und mehr gerade Kernfasern vertreten, während umgekehrt dieses Gewebe in der inneren, an den Knochen angrenzenden Schicht ungemein vorwiegt und mit feineren oder stärkeren Kernfasern, seltener mit sogenannten elastischen Fasern zusammenhängende, oft sehr dichte Netze, eigentliche elastische Häute, in mehreren Lagen übereinander bildet. Bindegewebe, Nerven und Gefässe kommen in dieser inneren Lage auch vor, allein das erstere, mit Ausnahme der Stellen, wo die Beinhaut fest am Knochen haftet, spärlicher, letztere mehr nur als durchtretende, den Knochen selbst bestimmte. Ausserdem finden sich im Perioste, wenigstens in der äussern Schicht, gar nicht selten Fettzellen von allen oben bei der Haut beschriebenen Formen, dagegen kein Pigment wie bei Säugethieren hie und da (Unterkiefer, Schädelbasis des Kalbes z. B.).

Den Mangel der Beinhaut an vielen Stellen der Knochenoberfläche findet man wohl bei einigen Autoren (*E. H. Weber* I. pg. 326, *Pappenheim* l. c. pg. 443) zum Theil erwähnt, allein nichts desto weniger lassen die meisten Anatomen dieselbe die ganzen Knochen überziehen, ja sogar als Continuum von einem Knochen auf den andern übergehen, während sie in der That an vielen Stellen unterbrochen ist und an den Apophysen einfach in das Perichondrium des Gelenkknorpelrandes übergeht.

Die Stellen der Knochen, die keinen Ueberzug von Beinhaut besitzen, sind: 1) die überknorpelten Gelenkenden derselben und alle anderen Stellen, wo Knorpel oder Faserknorpel an den Knochen ansitzen, wie zum Beispiel die Symphysenfläche der Schambeine, die *Superficies auricularis* des Kreuz- und Darmbeines, die Verbindungsflächen der Wirbelkörper, die Sternalenden der Rippen, die überknorpelte Rinne des *Os cuboideum*, die Stellen, wo *Labra glenoidea* ansitzen; 2) die Orte, wo Bänder unter einem gewissen Winkel an die Ränder und Flächen von Knochen sich befestigen, so z. B. wo die *Ligg. flava*, *intervertebralia*, *sacrotuberosum*, *sacrospinosum*, *iliosacra interossea*, *teres ossis femoris*, *patellae*, *tibiae fibularia*, *calcaneo cuboideum plantare* u. s. w. sitzen; 3) endlich alle Stellen, mit denen Sehnen unter nicht zu spitzen Winkeln sich vereinen, als da sind die Ansatzstellen von Sehnen am *Processus coracoideus*, *Acromion*, der *Spina scapulae*, den *Tubercula*, *Spinae tuberculorum* und Condylen des Humerus, die Anheftungsstellen des *Del-*

toideus, *Coracobrachialis*, *Popliteus*, *Iliopsoas*, *Triceps surae*, *Quadriceps femoris*, der *Glutaei* u. s. w. — An allen diesen Puncten gehen Sehnen, Bänder und Knorpel direct an den Knochen, wie dies zum Theil schon beschrieben wurde und findet man von Beinhaut keine Spur.

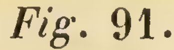
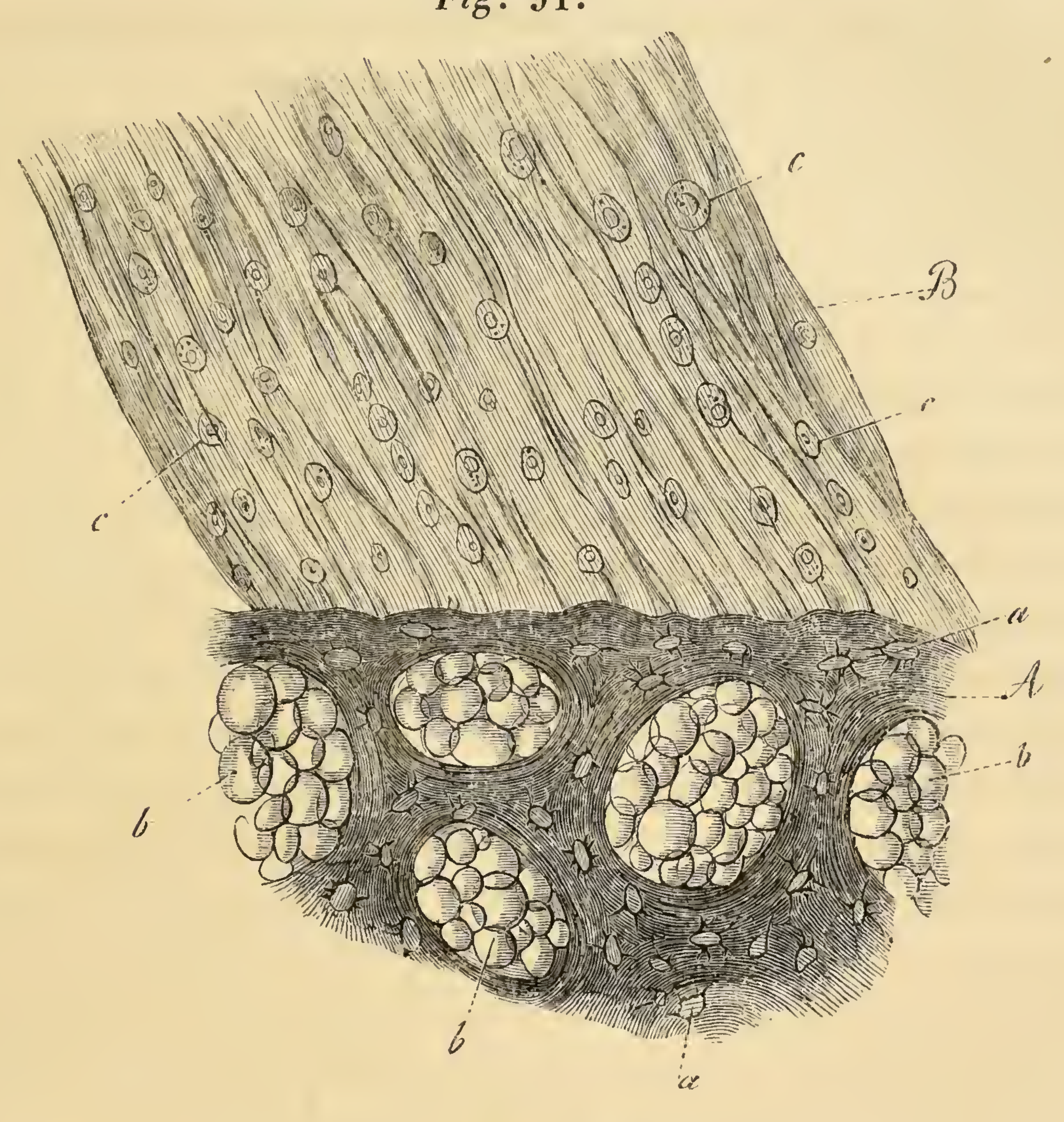


Fig. 91.



§. 90.

Knochenmark. Fast alle grösseren Hohlräume in den Knochen werden von einer weichen, durchscheinenden, gelblichen oder röthlichen, gefässreichen Masse, dem Knochenmark, *Medulla ossium*, eingenommen. In den Röhrenknochen findet sich dasselbe einmal in der grossen Höhlung der Diaphysis oder dem Markkanal und setzt sich von hier aus ununterbrochen in die Räume der Apophysen fort, um dieselben durch und durch zu erfüllen, geht dagegen in die compacte Substanz des Mittelstückes durchaus nicht und in die der Enden nur insofern ein, als es die grossen aus- und eintretenden Gefässe derselben theilweise oft bis zur äusseren Oberfläche begleitet. Bei platten und kurzen Knochen gilt für die Rinde das eben Bemerkte und was die spongiöse Substanz der-

Fig. 91. Ansatz der Achillessehne an's Fersenbein von einem 60jährigen Manne, 300 mal vergr. *A*. Knochen mit Lacunen *a*., Markräume, und Fettzellen *b*. *B*. Sehne mit Sehnenfibrillen und Knorpelzellen *c*.

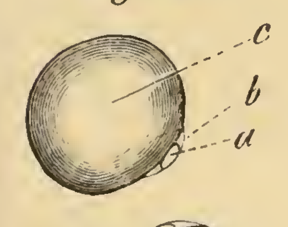
selben anlangt, so ist dieselbe gerade wie in den Gelenkenden von langen Knochen ganz von Mark erfüllt, mit Ausnahme grösserer Venenräume in den platten Schädelknochen, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Dem Gesagten zufolge enthalten ausser den eben erwähnten Venenräumen, die *Canales nutritii*, Haversischen Kanäle und die oben bezeichneten Nervenkanäle und Lufträume kein Mark.

Das Mark wechselt in Bezug auf äussere Eigenschaften und inneren Bau in einigen Beziehungen. In den Diaphysen der langen Knochen ist es am festesten, jedoch immerhin sehr weich und leicht zerdrückbar, blassgelb von Farbe, mit einem röthlichen Schimmer, wenn seine Gefässe sehr injicirt sind, namentlich in der Mitte, wo die grösseren derselben sich befinden. Seine chemische Zusammensetzung ist nach *Berzelius* im Humerus des Ochsen 96,0 Fett, 1,0 Bindegewebe und Gefässe, 3,0 Flüssigkeit mit Extracten, wie sie im Fleische sich finden. Schon weicher erscheint es in den Apophysen, am allerweichsten, oft fast zerfliessend in den platten und kurzen Knochen, vor Allem in den Wirbelkörpern, der Schädelbasis, dem Brustbein etc., allwo dasselbe ausserdem sehr häufig, zum Theil constant, durch röthliche oder wirklich rothe Farbe sich auszeichnet und auch chemisch eigenthümlich ist, indem dasselbe nach *Berzelius* in der Diploe 75,0 Wasser, 25,0 feste Substanz und zwar Eiweiss, Faserstoff, Extracte und Salze, ähnlich denen des Fleisches, und Fett nur in Spuren führt. Den Bau anlangend, so finden sich im Marke, abgesehen von Gefässen und Nerven, Bindegewebe, Fettzellen, freies Fett, eine Flüssigkeit, so wie endlich besondere kleinere Zellen, Markzellen. Bindegewebe und Fett sind überall zu treffen, jedoch in sehr verschiedenen Mengen. Von dem ersteren wird angenommen, dass es eine die mit Mark gefüllten Knochenräume auskleidende Membran bilde und ausserdem zur Verbindung und zum Halt der übrigen Elemente des Markes diene. Dies ist jedoch nur theilweise richtig. Von einer besonderen Markhaut, *Membrana medullaris* (*Endosteum*, *Periosteum internum*, innere Beinhaut), wie man die erwähnte Haut genannt hat, existirt mit Ausnahme gewisser, freilich durch ihren Inhalt ganz abweichenden Schädelsinus, deren Endosteum wie das Periost mit Schleimhäuten ausgekleideter Höhlen sich verhält, in der schwammigen Knochensubstanz aller Knochen, wie schon *Bichat* (Bd. 2, pg. 83) mit Recht behauptet, keine Spur und ebenso lässt sich in der Markhöhle der langen Knochen nur uneigentlich von einer solchen Haut reden. Man findet nämlich hier an der Oberfläche des Markes wohl hie und da wie ein feines Häutchen, allein dasselbe ist nicht für sich darstellbar und hängt genau mit einem äusserst spärlichen Bindegewebe zusammen, welches das ganze Mark

durchzieht. Wenn man will, so kann man dieses Gebilde Markhäutchen nennen, dagegen wäre der Name inneres Periost ganz unpassend, da dasselbe mit den Knochen fast gar nicht zusammenhängt und in seinem Bau keine Aehnlichkeit mit der wahren Beinhaut besitzt. Im Innern des Markes zeigt sich in schwammigen Knochen fast gar kein Bindegewebe, ausser in den grösseren Ansammlungen derselben, dagegen ist dieses Gewebe in den Diaphysen als ein sehr lockeres und zartes, das Fett enthaltendes und die Gefässe und Nerven tragendes Maschenwerk mit Leichtigkeit nachzuweisen. Seine Elemente sind die bekannten des lockeren Bindegewebes (siehe §. 6.), jedoch so viel ich sehe, ohne alle Kernfasern und noch weniger mit elastischen Fasern.

Die Fettzellen trifft man in grosser Menge in gelbem dichterem Marke, ebenso häufig wie im *Panniculus adiposus*, aber meist nicht zu besonderen Läppchen vereint. In zerfliessendem röthlichem Mark wird man sie spärlicher gewahr und in der rothen Pulpe der Wirbelkörper und der platten Schädelknochen zeigen sie sich nur in ganz kleinen spärlichen Häufchen oder ganz vereinzelt, daher die geringe Menge des Fettes in der Diploe nach *Berzelius*. Die Beschaffenheit dieser Fettzellen ist dieselbe wie in der Haut, nur sind sie durchschnittlich kleiner, 0,016—0,032''' im Mittel (Fig. 92). Fettkrystalle sah ich bis anhin noch keine in ihnen, dagegen zeigten sie mir nicht selten einen am Rande hervorragenden und die Zellmembran leicht abhebenden platten länglichen Kern. In wassersüchtigem Mark sind diese Zellen oft nur zur Hälfte mit Fett, einem oder mehreren Tröpfchen, gefüllt und ausserdem viel Serum haltend, und bei Hyperämie der Knochen erscheinen sie zum Theil von ganz eigenthümlichen Formen (siehe §. 9). Freie Fetttröpfchen und eine helle oder gelbliche Flüssigkeit sieht man in den weicheren Arten des Markes wohl immer, oft in ziemlicher Menge. Dass die ersteren nicht durch die Präparation aus Zellen frei geworden sind, davon überzeugt man sich leicht, dagegen muss es dahingestellt bleiben, ob dieselben von zu Grunde gegangenen Zellen herrühren oder nicht.

Fig. 92.



Endlich findet man zugleich mit etwas Fluidum in allem rothen oder selbst nur röthlichen Mark, nie in gelbem, kleine, rundliche, kernhaltige Zellen, ganz ähnlich denen von jungem Knochenmark (siehe unten Fig. 112). Ich hielt diese Markzellen, wie ich sie nenne, anfänglich für pathologisch, weil sie ganz mit denen übereinstimmen, welche *Hasse*

Fig. 92. Zwei Fettzellen aus dem Marke des Femur des Menschen. *a*. Kerne, *b*. Zellmembran, *d*. Fetttropfen, 350 mal vergr.

und ich (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, Bd. V.) in hyperaemischem röthlichem Marke von Gelenkenden langer Knochen gefunden haben, allein bei genauerer Nachforschung zeigten sich dieselben an gewissen Stellen zugleich mit der erwähnten Farbe so constant, dass ich, zumal sie auch bei gesunden ausgewachsenen Säugethieren nicht fehlen, dieselben als eine normale Erscheinung bezeichnen muss. Constant sah ich diese Zellen in den Wirbeln, den Knochen des eigentlichen Schädels, im Brustbein und in den Rippen, dagegen fehlen sie in den langen und kurzen Knochen der Extremitäten unter normalen Verhältnissen spurlos und scheinen in der Scapula, im *Os innominatum* und in den Gesichtsknochen in wechselnder Anzahl sich zu finden.

§. 91.

Knorpel des Skelettes. Von der Knorpelsubstanz, mit der die Knochen an vielen Orten in Berührung stehen, hat ein guter Theil die Bestimmung, die Vereinigung der Knochen in der oder jener Weise zu vermitteln, so die Gelenk-, Synchondrosen- und Symphysenknorpel, andere sind Reste fötaler Knorpelstreifen und ohne weitere Bedeutung, so die Knorpelstreifen am *Proc. styloides*, an den Hörnern des Zungenbeines, noch andere endlich stehen mehr selbständig für sich mit besonderer Verrichtung da, wie die Mehrzahl der Rippenknorpel, die knorpeligen Theile des Geruch- und Gehörorganes. Die meisten dieser Theile werden in späteren Paragraphen speciell beschrieben und daher soll hier nur so viel im Allgemeinen bemerkt sein, dass dieselben alle zu den wahren Knorpeln (so nenne ich alle Knorpel, die kein Bindegewebe als Grundsubstanz enthalten, mag dieselbe nun faserig sein oder nicht,) mit meist homogener Grundsubstanz gehören. Ausserdem mag noch von den weiter nicht mehr zu erwähnenden inconstanten knorpeligen Anhängen des Griffelfortsatzes die Uebereinstimmung im Bau mit Gelenkknorpeln angedeutet werden.

§. 92.

Verbindungen der Knochen. Die Verbindungen der Knochen unter einander sind sehr mannigfach. Wir unterscheiden wie gewöhnlich 1) die Verbindung ohne Gelenke, Zusammenfügung, *Synarthrosis* und 2) die bewegliche Verbindung, *Diarthrosis*, *Articulatio*. Die erste oder die sogenannte unbewegliche Verbindung zerfällt in die unmittelbare, die Nath, *Sutura*, und die mittelbare durch Bänder und Knorpel, *Syndesmosis* und *Synchondrosis*.

§. 93.

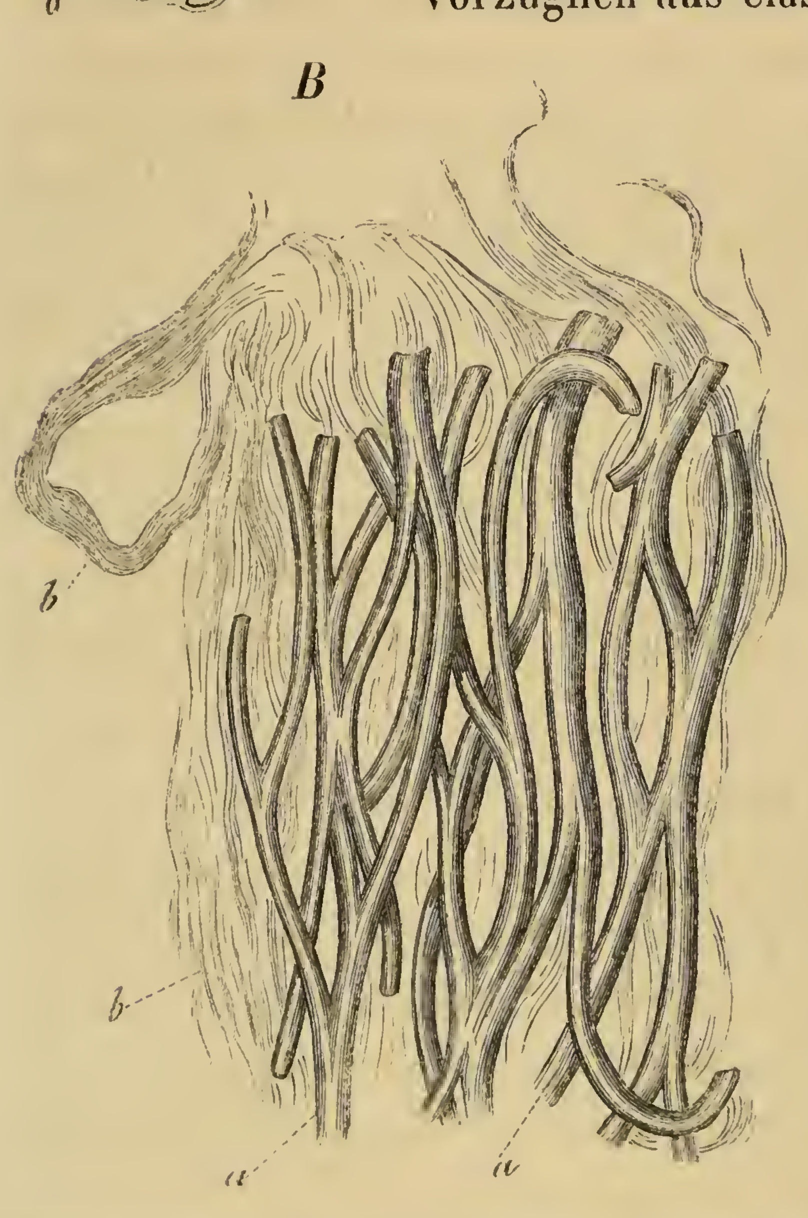
Bei der Nath, *Sutura*, wie sie an vielen Schädelknochen sich findet, stossen zwei Knochen mit geraden Rändern aneinander, Anlage, *Harmonia* (Gesichtsknochen zum Theil), oder vereinen sich durch Ineinandergreifen spitzer oder gelappter, längerer oder kürzerer Vorsprünge, eigentliche Nath, *Sutura serrata*, *dentata*, *limbosa*, oder legen sich endlich mit zugeschärften rauhen Rändern übereinander, Schuppennath, *Sutura squamosa*. Die Zusammenfügung geschieht auf den ersten Blick ohne wahrnehmbare Zwischensubstanz, doch findet man auch hier zwischen den sich berührenden Knochen einen ganz schmalen häutigen weisslichen Streifen, den manche Autoren fälschlich mit dem Namen Nathknorpel (*Cartilago suturarum*) belegen. Derselbe ist nämlich ohne eine Spur von Knorpelgewebe einfach aus Bindegewebe gebildet, das ähnlich demjenigen der Bänder mit parallelen kurzen Bündeln von einem Knochenrand zum andern geht, und einzig durch die Anwesenheit von vielen kurzen und unregelmässigen, meist länglichen Kernen sich auszeichnet. Sehr deutlich ist dieses Nathband, wie man es nennen könnte, so lange die Schädelknochen noch wachsen und auch dannzumal weicher und eigenthümlich beschaffen (siehe unten). Mit der Ausbildung des Schädels schwindet dasselbe immer mehr, wird fester und scheint im höhern Alter an vielen Orten, namentlich an den inneren Theilen der Näthe, selbst vor dem völligen Verschwinden derselben, ganz sich zu verlieren.

§. 94.

Die Bandverbindung, *Syndesmosis*, kommt bald als Unterstützung der Gelenkverbindung, bald mehr selbständig ohne directe Beziehung zu Gelenken vor. Fassen wir die letzte allein ins Auge, so finden wir, dass die Bandmassen, welche die einzelnen Knochen vereinen, verschiedener Art sind, nämlich einmal reine Bänder und zwar *a.* fibröse und *b.* elastische und zweitens Faserkorpel.

Fibröse Bänder sind die *Fascia longitudinalis anterior* und *posterior* der Wirbelsäule, die *Ligamenta interspinalia*, *intertransversaria*, *costarum posteriora et anteriora*, *sacrospinosum*, *sacrotuberosum*, *sacrococcygea*, *ilio-sacra*, *alaria et suspensorium dentis epistrophei*, *malleoli externi*, *mallei et incudis*, der fälschlich sogenannte *Fibrocartilago basilaris* u. a. m., endlich, wenn man dieselben hierher rechnen will, auch die *Membranae interosseae* an Vorderarm und Unterschenkel. Alle diese Bänder sind weiss und glänzend und stimmen in ihrem Bau zum Theil mit dem der Aponeurosen und Muskelbänder, zum

Theil mit dem der wirklichen Sehnen überein (siehe oben §. 73.), d. h. sie bestehen aus parallel verlaufenden Bindegewebsbündeln mit oder ohne interstitielles, mehr lockeres Bindegewebe und eingestreuten länglichen Kernen oder wirklichen Kernfasern, welche letztere selten, wie in der *Fascia columnae vertebralis posterior*, eine etwas grössere Entwicklung zeigen.



Von elastischen Bändern (Fig. 93.) des Knochensystems sind beim Menschen nur die *Ligamenta subflava* zwischen den Wirbelbogen (bei Säugethieren auch das *Lig. nuchae*) zu erwähnen. Dieselben sind gelbliche, sehr elastische, starke, allem Anscheine nach nervenlose und sehr gefässarme Bänder, welche vorzüglich aus elastischem Gewebe und einem kleinen Theile nach aus eingestreutem Bindegewebe bestehen. Die elastischen Elemente sind 0,0015—0,003''' dicke, leicht abgeplattete Fasern, welche mit vielen feineren und einigen noch stärkeren elastischen Elementen zu einem dichten Netzwerk sich vereinigen, im Allgemeinen der Längsaxe der Wirbelsäule parallel ziehen und das längsgefaserte Ansehen der Bänder bewirken. Zwischen diesen Fasern, die weder in Bündeln noch Lamellen beisammenliegen, sondern in der ganzen Dicke eines gelben Bandes zusammenhängen, findet sich ein im Ganzen genommen spärliches, doch in jedem Präparate nachzuweisendes Bindegewebe in Gestalt lockerer Bündel mit welligem, der Hauptrichtung der elastischen Fasern parallelem Verlauf. Nach Todd und Bowman (pg. 72) sind auch das *Ligamentum stylohyoideum* und *Lig. laterale internum maxillae inferioris* vorzugsweise aus stärkeren elastischen Fasern gebildet.

Die Anheftung der gelben und vieler fibrösen Bänder an die Knochen geschieht ohne Vermittlung von Periost (siehe auch §. 89.) und findet man

Fig. 93. *A*. Querschnitt durch einen Theil des *Lig. nuchae* des Ochsen, 350 mal vergr. mit Natron. *a*. Bindegewebe homogen erscheinend, *b*. Querschnitte der elastischen Fasern. *B*. Elastische Fasern *a*. aus einem gelben Band des Menschen, sammt etwas Bindegewebe *b*. zwischen denselben, 450 mal vergr.

in diesem Falle die letzteren hie und da an der Verbindungsstelle mit Knorpelzellen gemischt (siehe auch Fig. 91). Eine Ausnahme machen, so weit meine bisherigen Untersuchungen reichen, in Betreff des letzteren Punctes das *Lig. malleoli externi superius* und die *Lig. ilio-sacra vaga s. interossea.*

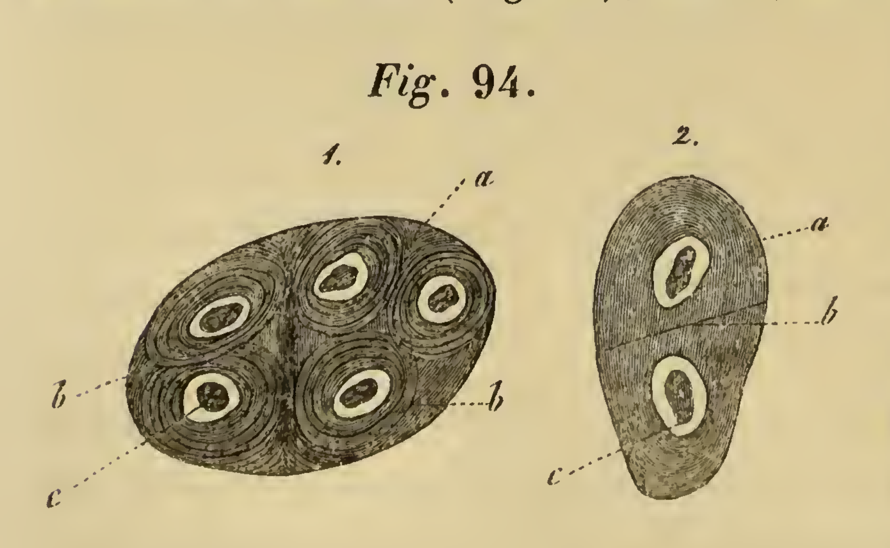
Durch Faserknorpel und zum Theil auch durch wahren Knorpel wird vermittelt die Verbindung der Wirbelkörper. Die *Ligamenta intervertebralia,* Zwischenwirbelbänder oder Bandscheiben der Wirbelkörper, haben einen complicirten Bau. Ein jedes derselben besteht 1) aus äusseren concentrischen Schichten von Faserknorpel und Bindegewebe, 2) aus einer centralen, vorzüglich faserknorpeligen Masse und 3) aus zwei den Knochen unmittelbar aufliegenden Knorpellamellen. Die concentrischen Schichten bilden den äusseren Theil der Zwischenwirbelbänder und bestehen nicht einfach aus Bindegewebe, wie viele Autoren lehren, sondern aus abwechselnden Lagen von solchem und von Faserknorpel. Schon an frischen Querschnitten erkennt man zwischen den weissen glänzenden Bindegewebslagen matte gelbliche Streifen und noch deutlicher wird dieser Unterschied, wenn man eine Bandscheibe einige Zeit in Wasser liegen lässt, in welchem Falle die erwähnten Streifen nicht blos durch ihre Durchscheinenheit, sondern auch durch ihre Härte von dem weiss und weich gebliebenen Bindegewebe sich auszeichnen. Was so schon das blosse Auge und Gefühl lehrt, bestätigt die mikroskopische und mikrochemische Untersuchung. Erstere ergibt, dass die gelblichen, in Wasser hart werdenden Lagen wirkliche Knorpelzellen in eigenthümlicher Grundsubstanz enthalten. Die Knorpelzellen sind 0,006—0,015''' gross, ziemlich dickwandig, mit einfachen Kernen und wenig granulirtem Inhalt, länglichrund oder bedeutend verlängert und zugleich schmal und stehen meist in Reihen hintereinander in einer Grundsubstanz, die wie starres Bindegewebe sich ausnimmt. Dieselbe ist nämlich deutlich faserig, zeigt auch hie und da Fibrillen und einen leicht welligen Verlauf, unterscheidet sich jedoch von Bindegewebe durch grössere Steifheit und festere Verbindung ihrer etwaigen Elemente, so dass vorhandene Fäserchen und Bündel eher wie Kunstproducte aussehen, und durch den Mangel aller und jeder Kerne und Kernfasern. Essigsäure und auch Alkalien greifen diese faserknorpeligen Stellen weniger an als die aus Bindegewebe zusammengesetzten, was, zusammengehalten mit den mikroskopischen Ergebnissen, einen deutlichen Fingerzeig zu geben scheint, dass der von *Donders* (*Holländ. Beitr.* pg. 265) aus den *Lig. intervertebralia* erhaltene Knorpelleim (*Chondrin*) zum Theil auch von hier stammt.

Die weisslichen Lagen der äusseren Schichten können, obschon ihre

Fibrillen etwas starrer sind als die gewöhnlicher Bänder und Sehnen, weniger leicht zerfasern und nur wenige Kerne und häufig gar keine Kernfasern zwischen sich haben, doch bis auf Weiteres als Bindegewebe betrachtet werden. Dieselben bilden $^1/_4$ — $^5/_4'''$ und darüber dicke, geschlossene Kreise oder Segmente von solchen und setzen, mit den etwas dünneren und ebenfalls häufig nicht ganz geschlossenen Ringen des Faserknorpels abwechselnd und fest mit ihnen verbunden, die grössere Hälfte der Zwischenwirbelbänder zusammen. Die Fasern der beiderlei Lagen gehen im Allgemeinen von oben nach unten, doch stehen dieselben ohne Ausnahme schief und so, dass sie in den verschiedenen Lagen sich kreuzen. Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass die einzelnen Lagen selbst wiederum einen mehr oder minder deutlich blätterigen Bau erkennen lassen, in der Weise, dass die Blätter in den Bindegewebspartien ebenso verlaufen, wie die Schichten selbst, in den faserknorpeligen Theilen dagegen mehr in der Richtung der Radien einer Bandscheibe stehen.

Die weichere centrale Masse der *Lig. intervertebralia* oder der Gallertkern der Autoren ist nicht wesentlich von den eben beschriebenen Theilen verschieden, denn auch hier finden sich noch Bindegewebslagen, nur treten dieselben gegen den Faserknorpel immer mehr zurück und sind auch nicht so deutlich abgegrenzt. Je weiter nach dem Centrum, um so mehr verwischt sich jede Spur einer Abwechslung verschiedener Schichten und einer concentrischen Anordnung derselben, das Ganze wird durchscheinend, weich, endlich fast homogen. Das Mikroskop ergibt vorwiegend Faserknorpel mit grossen (0,012 — 0,024'''), oft in einander eingeschachtelten Zellen (Fig. 94), deren, wie schon *Henle* sah, durch concentrische Schichten gleichmässig verdickte Wände oft nur noch eine kleine Höhle mit geschrumpftem Kerne einschliessen, ferner eine undeutlich faserige oder granulirte, oft wie in Auflösung begriffene Grundsubstanz und viel Flüssigkeit in grösseren und kleineren Maschenräumen derselben.

Fig. 94.



Die beschriebenen Gebilde, welche die Hauptmasse der Zwischen-

Fig. 94. Zellen aus dem Gallertkern der *Lig. intervertebralia.* 1. Grosse Mutterzelle *a*, mit einer Scheidewand, von zwei Tochterzellen der ersten Generation herrührend, und fünf Tochterzellen *b* der zweiten Generation mit concentrisch verdickten Wänden und geschrumpftem Kern *c* in einer kleinen Zellenhöhle. 2. Mutterzelle *a* mit zwei durch eine zarte Scheidewand *b* getrennten Tochterzellen, die bei gleichmässig verdickten Wänden eine kleine Höhle und geschrumpften Kern *c* enthalten.

wirbelbänder bilden, verbinden sich in etwas eigenthümlicher Weise mit den Wirbelkörpern. Ihre mittleren Theile nämlich gehen in eine dünne harte gelbliche Lamelle wirklicher Knorpelsubstanz über, welche nicht unähnlich einem Gelenkknorpel, jedoch minder fest am Knochen adhaerirt. Weiter nach aussen findet sich zwar auch noch Knorpelsubstanz, jedoch nicht in zusammenhängender Schicht, sondern in Gestalt isolirter Scheibchen oder Partikelchen, die, wie es scheint, vorzüglich mit den faserknorpeligen Theilen in Verbindung stehen, und zwischen denselben zeigt sich Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, wie in den Ansätzen der Sehnen an Knochen (siehe §. 73). Die diesem Theile der Bandscheiben entsprechenden äusseren Theile der Wirbelkörperfläche sind im Gegensatze zu den inneren nach dem Ablösen der Bänder wie porös, mit frei zu Tage liegendem Mark; die Knorpelscheibchen sind es, die die Poren schliessen, während das Fasergewebe mit senkrecht stehenden Fasern an die Knochensubstanz zwischen denselben sich anschliesst. Noch verdient die Härte des besprochenen Knorpels Erwähnung. Dieselbe ist viel bedeutender, als bei irgend einem anderen Knorpel des Menschen, doch ist derselbe noch schneidbar. Am härtesten ist die tiefste Lage mit ihrer mehr homogenen feinkörnigen Grundsubstanz und 0,012 — 0,016''' grossen, ganz verdickten, hie und da an der Grenze des Knochens mit Kalkkrümeln belegten, wahrscheinlich Poren führenden Zellen, die man fast Knochenzellen nennen könnte, während weiter gegen die Bandmasse zu die Zellen mehr wie gewöhnliche Knorpelzellen sich ausnehmen und die Grundsubstanz weicher wird.

Zwischen dem Kreuzbein und Steissbein und den einzelnen Steissbeinwirbeln finden sich sogenannte falsche Zwischenwirbelbänder, die aus einer mehr gleichmässigen faserigen Masse ohne Gallertkern bestehen. Die einzelnen Kreuzbeinstücke besitzen früher wahre Zwischenwirbelbänder zwischen sich, die später von aussen nach innen verknöchern, jedoch so, dass man noch bei Erwachsenen häufig Spuren des Bandes in der Mitte sieht. *H. Meyer* (l. c. pg. 350) hat die mehr oder weniger ossificirten Zellen der Knorpellage der Zwischenwirbelbänder ebenfalls gesehen und bei älteren Individuen im Knorpel weissliche Knochenkerne beobachtet. — Die Bedeutung der Fasern der Zwischenwirbelbänder anlangend, so ist *Donders*, besonders auch der chemischen Verhältnisse wegen, geneigt, dieselben fast alle nicht für Bindegewebe, sondern für der Grundsubstanz von wahren Knorpeln analog zu halten, ebenso *H. Meyer* (pg. 300 u. f. u. 310). Es mag dies für den centralen Kern und die faserknorpeligen Schichten der äusseren Theile richtig sein, kaum aber für die reinfaserigen Theile der letzteren. Uebrigens glaube ich, dass hier nicht die Chemie, sondern die Entwicklungsgeschichte den Ausschlag geben wird, indem zwischen Bindegewebsfibrillen, die aus Zellen sich entwickeln und faseriger Intercellularsubstanz vom genetischen Standpuncte aus sehr in die Augen springende Differenzen vorkommen,

während vielleicht die Chemie nicht im Stande ist, beide von einander zu unterscheiden. — Die *Lig. intervertebralia* sind mannigfachen Entartungen unterworfen; sie verknöchern von ihren Knorpellamellen aus vielleicht unter Schwund der eigentlichen Fasersubstanz, oft bis zur Anchylose zweier Wirbel; sie atrophiren, werden brüchig und zerfallen entweder im Kern oder sonst in umschriebenen Stellen in einen schmutzigen Brei; endlich scheinen auch, obgleich sie normal keine Gefässe enthalten, doch solche krankhafter Weise in ihnen sich entwickeln zu können, wenigstens findet man nicht selten in kleinen Stellen meist nahe am Knochen oder in Verbindung mit demselben Blutergüsse in ihnen.

Nach *E. H. Weber* (I. pg. 310) bestehen die Zwischenwirbelbänder bei Neugebornen nur aus Bandmasse, später aus Faserknorpel, womit *Rathke's* Angabe (l. c.), dass dieselben Anfangs (beim Fötus) aus wahrem Knorpel bestehen, im Widerspruch zu sein scheint. Nach *Donders* (pg. 264) sind die *Lig. intervertebralia* eines ausgewachsenen Fötus innen zu $^2/_3$ ausserordentlich durchsichtig und weich, ähnlich dem Glaskörper, structurlos, jedoch mit vielen Gruppen einfacher kern- und kernkörperhaltiger Zellen, die durch Wasser stark aufquellen. Nach Aussen wird die Zwischensubstanz erst körnig, dann feinfaserig, während die Zellen sich mehr in Reihen lagern und schmaler gestalten. Hieraus zieht *D.*, zusammengehalten mit dem, was Erwachsene darbieten, den Schluss, dass die Fasern dieser Bänder in der Intercellularsubstanz sich entwickeln und hierbei die Zellen, die selbständig im Cytoblasteme sich entwickeln, verdrängen, die zum Theil in atrophirten Gruppen zwischen den Fasern liegen bleiben, zum Theil sich verlängern, in welchem Falle oft nur ein Kern oder eine Faser von denselben zurückbleibt. Nach dem was ich sah, enthalten die *Lig. intervertebralia* im fünften Fötalmonat im Innern noch einen ganz kleinen Rest der Chorda (siehe unten) und bestehen aussen durchweg aus senkrecht stehenden Fasern mit eingestreuten Kernen, welche ohne scharfe Grenze in die um diese Zeit mächtigen Knorpellagen an den Verbindungsflächen der Wirbelkörper übergehen. Bei Neugebornen fand ich, wie *Donders*, im Innern der Bänder eine ganz weiche helle Pulpe, bestehend aus feinkörniger Grundsubstanz und weisslichen Klümpchen von 0,01—0,12''' Grösse, die, obschon nicht alle deutlich, aus vielen kernhaltigen kleinen Knorpelzellen, die meisten mit hellen Räumen (*Virchow*), zusammengesetzt waren. Um diese Pulpe lag eine dünne Lage von Fasern, ähnlich denen des Bindegewebes mit Kernfasern und Kernen und an den Verbindungsflächen der Knochen eine mächtige Knorpelschicht. Weitere Beobachtungen werden entscheiden müssen, wie diese verschiedenartigen Elemente untereinander und mit denen des Erwachsenen zusammenhängen und ob wirklich, wie es den Anschein hat, der innere Theil der Zwischenwirbelbänder Knorpel (mit homogener oder faseriger Grundsubstanz), der äussere Faserknorpel (d. h. Bindegewebe mit Knorpelzellen) und gewöhnliches Bindegewebe ist.

§. 95.

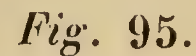
Die Synchondrosis oder Knorpelhaft findet sich, so lange das Skelett noch nicht vollständig ausgebildet ist, an vielen Orten, so

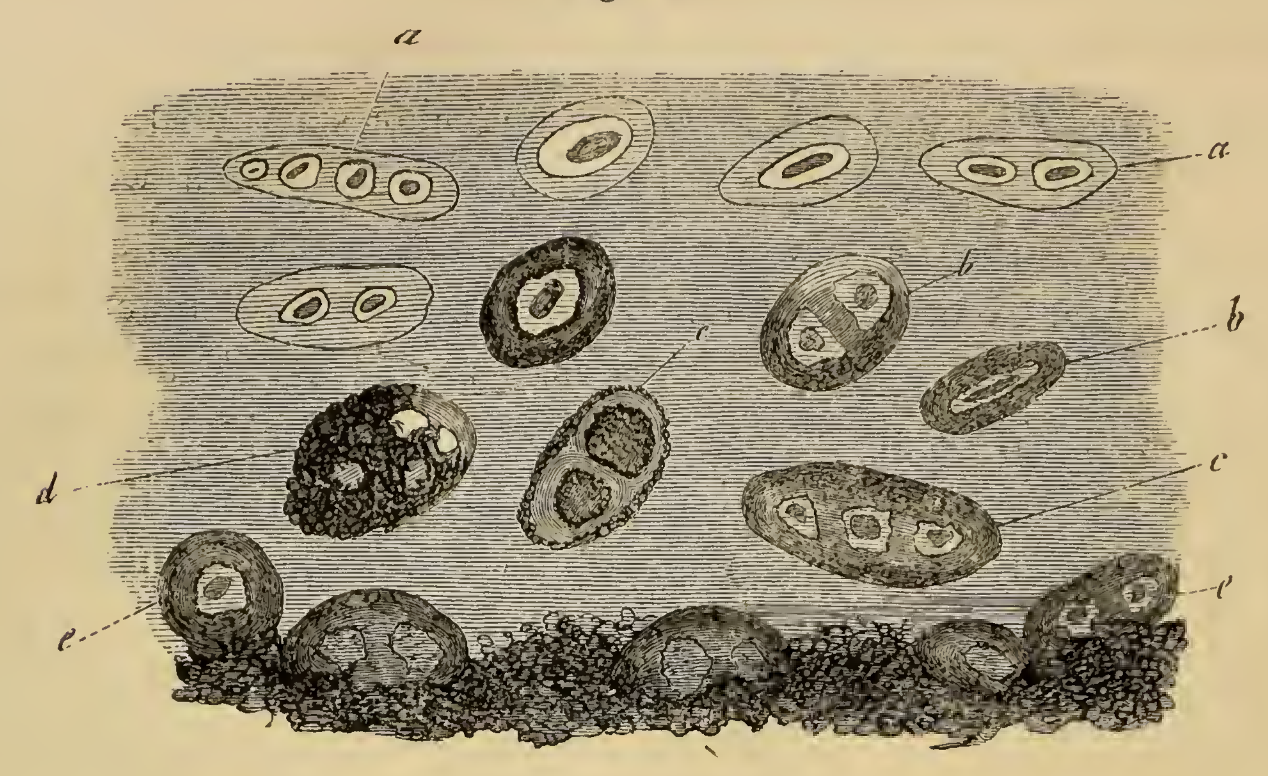
zwischen Epiphysen und Diaphysen, Hinterhauptsbein und Keilbein, den einzelnen Brustbein- und Hüftbeinstücken u. s. f., wird dagegen am ganz fertigen Knochengerüste nur an wenigen Orten noch getroffen, nämlich zwischen den Schambeinen, dem Kreuzbein und Darmbein, den wahren Rippen und dem Brustbein, endlich dem Körper und dem grossen Horn des Zungenbeins.

Die Symphyse der Schambeine ähnelt einerseits noch der Verbindung der Wirbelkörper, gleicht aber auch anderseits den wahren Synchondrosen. Die rauhen Verbindungsflächen der Schambeine sind von einer Lage ächter Knorpelsubstanz überzogen, welche in der Mitte der Symphyse, jedoch näher dem unteren und hinteren Theile derselben, geradenweges von einem Knochen zum anderen übergeht, im Umkreise dagegen mit bindegewebigen und faserknorpeligen concentrischen Lagen besetzt ist, welche dann die Verbindung der beiderseitigen Theile vermitteln. Die Knorpellage, die in den mittleren und vorderen Theilen der Fuge am dicksten ist, verbindet sich durch eine äusserst unebene Fläche mit dem Knochen, so dass beide Gebilde oft tief ineinandergreifen und ist jederseits in einer Dicke von ½—1''' aus wahrer Knorpelsubstanz mit homogener feinkörniger Grundmasse und einfachen und Mutterzellen, von 0,01—0,024''' Grösse, gebildet. In der Mitte wird die Grundsubstanz weicher und faserig und hier findet man auch, wie es scheint, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte, hie und da eine unregelmässige enge Höhlung mit unebenen Wänden und etwas schmieriger Flüssigkeit, die offenbar einer Auflösung der innersten Knorpellagen ihren Ursprung verdankt, von welcher deutliche Spuren auch an den sie begrenzenden Knorpeltheilen wahrzunehmen sind. Bei Schwangern soll gegen das Ende der Schwangerschaft diese Höhle besonders deutlich werden und auch das Innere der Symphyse namhaft sich auflockern und erweichen, wovon ich mich zu überzeugen noch nicht Gelegenheit hatte.

Die äusseren Lagen der Symphyse gleichen einigermassen denen der *Ligamenta intervertebralia*, sind jedoch lange nicht so regelmässig wie diese und auch ärmer an Faserknorpel. Dieselben, die bekanntlich vorn und oben am entwickeltsten sind, gehen, die alleräussersten rein bindegewebigen Lamellen abgerechnet, nicht direct vom Knochen aus, sondern vereinen eigentlich nur die äusseren Theile der beschriebenen Knorpellagen, und bestehen vorzüglich aus einer allem Anscheine nach mit dem Bindegewebe identischen Fasermasse. Zwischen deren Fasern zeigen sich jedoch auch wirkliche Knorpelzellen vorzüglich da, wo dieselben an wahren Knorpel anstossen und in ihren inneren Lagen.

Noch verdient Erwähnung, dass man an der Symphyse vielleicht schöner als sonst wo, rhachitische Knochen abgerechnet, die Bildung der sogenannten Knochenkörperchen verfolgen kann (Fig. 95). Immer trifft


Fig. 95.



man nämlich am Knochenrande derselben halb in den Knorpel hineinragende oder ganz in demselben liegende isolirte kernhaltige Knochenkörperchen oder Knochenzellen mit homogenen und (von Kalksalzen) granulirten Wänden von 0,012 – 0,016‴ Grösse, bei denen in Betreff ihrer Entwicklung bei Betrachtung der zunächst liegenden Knorpelzellen, die alle mehr oder minder verdickte Wände und Anfänge von Kalkablagerungen zeigen, nicht die leisesten Zweifel bleiben. Auch prächtige, halb und ganz ossificirte Mutterzellen von solchen, mit zwei Tochterzellen und 0,015 — 0,02‴ Grösse, bis zu solchen mit 10 und 20 eingeschlossenen Zellen und einer Länge von 0,05‴ werden fast in jedem Präparate deutlich.

Die *Synchondrosis sacro-iliaca* wird durch eine platte, ¾—1⅓‴ dicke Knorpellage vermittelt, welche mit den *Superficies auriculares* der betreffenden Knochen fest vereint und zwischen denselben ausgebreitet ist. Die Knorpelzellen sind an der Knochenfläche des Kreuzbeins abgeplattet, mit ihren Flächen gegen den Knochen gerichtet und zeigen eben so schöne Uebergänge in halb und ganz isolirte, am Rande des Knochens befindliche

Fig. 95. Knochenrand gegen den Knorpel von der Symphyse des Mannes, 350mal vergr. *a.* Knorpelzellen mit verdickten Wänden, *b.* solche in der Ossification begriffen, *c.* fast ossificirte Zellen mit homogenen Wänden frei in der Grundsubstanz des Knorpels, *d.* eben solche mit Kalkkrümeln, *e.* ossificirte Zellen am Rande der Kalkkrümel enthaltenden Grundsubstanz des Knochens, halb hervorragend.

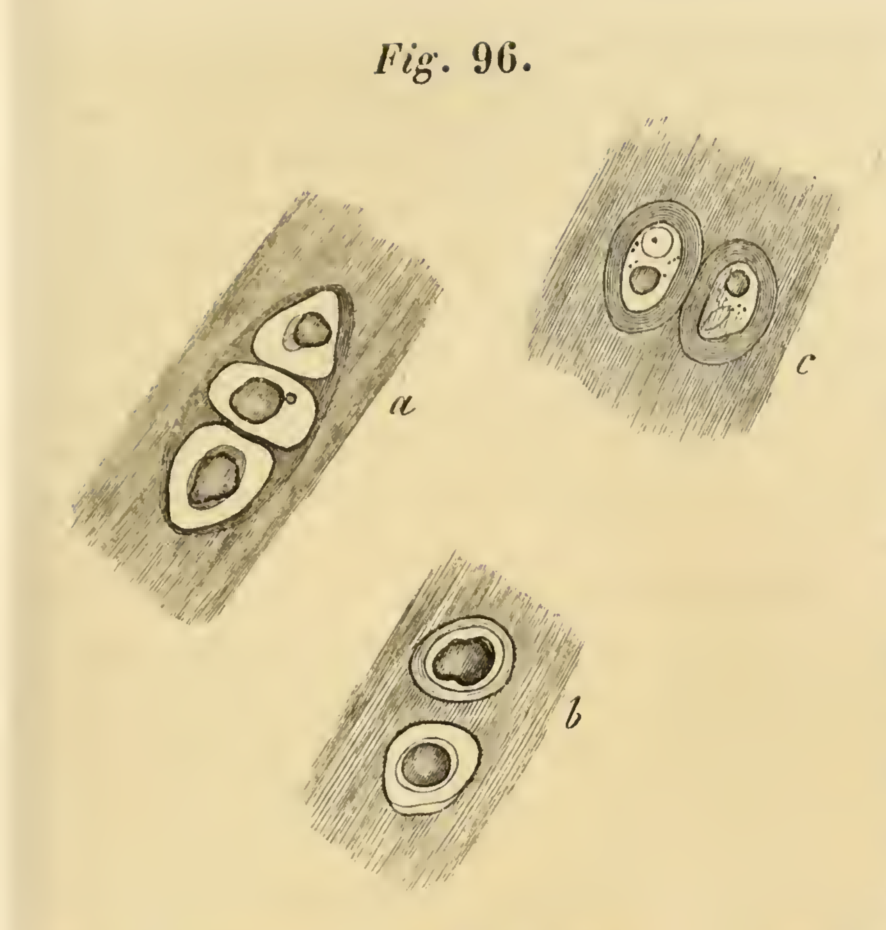
Knochenzellen, wie sie vorhin von der Symphyse der Schambeine erwähnt wurden. Diese Zellen, mässig gross und meist mit Tochterzellen, liegen in einer feinkörnigen Grundmasse ziemlich gehäuft und gehen nach der Mitte des Knorpels in andere rundliche und längliche, mehr zerstreut stehende über. Hier im Innern findet sich, ob constant, weiss ich nicht, eine spaltenförmige Höhle, die die Knorpellagen beider betreffenden Knochen vollständig oder fast vollständig von einander scheidet. Dieselbe enthält etwas Synovia-ähnliche Feuchtigkeit und ist von glatten und ebenen Wänden begrenzt, die durch ihre grössere Härte und auch durch ihren Bau von den übrigen Knorpeltheilen sich unterscheiden. Die Grundsubstanz derselben ist in der Richtung der Fläche feinfaserig, die Zellen alle sehr gross (bis zu 0,035'''), mit vielen Tochterzellen und ungemein verdickten Wänden, so dass die Zellenhöhlen auch der Tochterzellen oft ausnehmend verkleinert erscheinen, ohne jedoch von Porenkanälchen oder Ablagerungen von Kalksalzen eine bestimmte Andeutung zu zeigen. Diese Zellen, mit colossal dicken Wandungen, die offenbar die grössere Härte der betreffenden Knorpelstellen bedingen, finden sich auch am Darmbein, dessen Knorpellamelle, ausser dass sie constant dünner ist, als die des Kreuzbeins, häufig auch durch eine durchweg faserige Grundsubstanz und viele grosse Nester von Knorpelzellen, offenbar Reste früherer grosser Mutterzellen, sich auszeichnet und gegen den Knochen zu ebenfalls schöne isolirte, in Bildung begriffene oder stehen gebliebene Knochenkörperchen darbietet. Das Fasergewebe um die ganze Synchondrose herum enthält zunächst an der Grenze gegen den Knochen Knorpelzellen, weiter nach aussen ist dasselbe von der Natur gewöhnlicher Bänder.

Während die *Symphysis ossium pubis* und die *Synchondrosis sacro-iliaca* noch in manchen Beziehungen an die faserknorpelige Verbindung der Wirbelkörper erinnern, verdienen dagegen die noch zu beschreibenden Synchondrosen diesen Namen im eigentlichen Sinne des Wortes, indem bei denselben nur wahrer Knorpel ohne Theilnahme von Faserknorpel oder grösseren Bindegewebsmassen im Spiele ist. Von den Rippen ist die erste durch ihren Knorpel fest und ohne Gelenk mit dem *Manubrium sterni* vereint, bei den darauffolgenden bis zur siebenten sind es zwar wohl die Knorpel, die die betreffenden Knochenstücke aneinanderfügen, allein dieselben sind nur mit den Rippen continuirlich verbunden, mit dem Brustbein dagegen durch Gelenke vereint. Nichts destoweniger kann man, wie mir scheint, auch diese Verbindungen Synchondrosen nennen, da bei denselben offenbar der Knorpel die Hauptrolle spielt, wenigstens finde ich dies passender, als die Rippenknorpel als ungeheuer entwickelte Gelenkknorpel anzusehen und werde dieselben demnach auch hier betrachten.

Die **Rippenknorpel** bestehen aus ächtem Knorpelgewebe, das jedoch durch einige Eigenthümlichkeiten sich auszeichnet. Aeusserlich sind dieselben, wie alle oberflächlich liegenden Knorpel, von einer festen, dem Perioste analogen, aus Bindegewebe und vielen elastischen Elementen bestehenden Haut, dem Perichondrium oder der Knorpelhaut überzogen, welche einerseits am Sternalende in Verbindung mit den hier befindlichen Synovialhäuten beginnt, anderseits ins Periost der Rippen continuirlich übergeht. Unter dieser Haut und durch eine rauhe Oberfläche fest mit ihr verbunden, folgt dann als eine zusammenhängende, auf dem Querschnitte elliptische Masse der Knorpel selbst. Derselbe ist bedeutend fest, jedoch wie alle Knorpel elastisch, blassgelb oder in feinen Schnitten bläulich durchscheinend, im Inneren fast immer an einzelnen Stellen gelblichweiss, mit Seidenglanz. Seine Grundsubstanz zeigt an den letzteren Orten einen faserigen Bau, an den übrigen ein fein granulirtes Aussehen; von den Zellen sind die äussersten in einer Schicht von 0,06—0,1‴ länglich, abgeplattet, der Oberfläche parallel, meist klein (bis 0,006‴), zum Theil auch grösser, mit einigen oder selbst vielen hintereinander liegenden Tochterzellen erfüllt; weiter nach innen werden dieselben, ohne ihre abgeplattete Gestalt ganz zu verlieren, grösser (0,03—0,05‴ die meisten), länglichrund und rundlich und stehen mit ihren Flächen nach den Knorpelenden zugewendet, mit ihrer Längsaxe meist in der Richtung der Radien der Querdurchschnitte der Rippen, in manchen Fällen freilich auch unregelmässig nach verschiedenen Seiten zu. Die grössten Zellen (bis zu 0,08‴, selbst 0,1‴) finden sich in den faserigen Stellen und zwar führen dieselben, wie überhaupt alle inneren Zellen, Tochterzellen in verschiedener, oft sehr beträchtlicher Zahl. Was die Elemente der Rippenknorpel besonders characterisirt, ist das reichlich in ihnen enthaltene Fett. In allen Zellen nämlich, mit Ausnahme der oberflächlichsten, finden sich bei Erwachsenen grössere oder kleinere (von 0,0016—0,008‴), bald kreisrunde, bald mehr unregelmässige Fetttropfen, neben denen von Zellenkernen meist nichts mehr zu sehen ist (F. 96. *a b*), wesshalb man, jedoch nicht ganz richtig, angenommen hat, dass das Fett in diesen seinen Sitz habe. — Wo die Rippenknorpel an die Rippen anstossen, findet sich ein zackiger Rand und wenn die Knorpel normal beschaffen sind, weder in ihnen, noch in den Knochen etwas Besonderes, mit der einzigen Ausnahme, dass die Knochenränder dunkel und granulirt aussehen, fast wie bei einem in Bildung begriffenen Knochen, ohne dass jedoch von isolirten oder unvollständig entwickelten Knorpelzellen irgend etwas sich darbietet.

Die Knorpel der fünf falschen Rippen, von denen die drei ersten noch zum Theil als Synchondrosenknorpel angesehen werden können, der

Fig. 96.



11te und 12te dagegen ganz selbständig für sich dastehen, weichen in ihrem Bau in Nichts von dem der Knorpel der wahren Rippen ab.

Der Körper u. das grosse Horn des Zungenbeins sind in manchen Fällen, statt durch ein Gelenk, durch eine zusammenhängende Knorpelmasse verbunden, welche kleine Knorpelzellen, auch Mutterzellen in granulirter, hie und da leichtfaseriger Grundsubstanz enthält und durch ziemlich ebene Flächen mit den Knochen sich verbindet. Vielleicht kommen in diesen Zellen auch hie und da bedeutendere Fettablagerungen vor, doch sah ich in einem Falle, in welchem der Knorpelrest an der Spitze des grossen Hornes die herrlichsten fetthaltigen Zellen mit deutlichen Kernen, fast noch schöner als die Rippenknorpel, enthielt (Fig. 96. *c*), so zu sagen keine Spur von solchen in dem eben beschriebenen Knorpel.

Viele Autoren nehmen eine Auflockerung der Schambeinfuge und der Kreuz- und Hüftbeinverbindung während der Schwangerschaft und namentlich der Geburt an, doch fehlen genauere Zahlenangaben, so dass die Sache immer noch nicht hinlänglich constatirt erscheint, wie mir denn auch *v. Kiwisch* sagt, dass er bei seinen wiederholten Untersuchungen der Symphyse nie etwas der Art mit Bestimmtheit gesehen habe. Sicher ist dagegen, dass bei vielen Säugethieren die Beckenbänder während der Geburt ungemein sich ausdehnen, so dass nach *Rigby* (*Cyclop. of Anat.* III, pg. 906) die Symphyse beim Meerschweinchen während der Geburt fast $1\frac{1}{2}''$ breit ist. Da die Symphysenflächen der Schambeine anfänglich jede ihren besonderen Knorpel besitzen, so wird es begreiflich, dass auch beim Erwachsenen, auch bei Männern, hie und da ein Getrenntsein derselben durch eine spaltenförmige Höhle vorkommt. Die mehr oder weniger entwickelten Knochenzellen an der Grenze des Symphysenknorpels gegen den Knochen empfiehlt auch *H. Meyer* zum Studium der Verknöcherung der Knorpelzellen, doch beschreibt und bildet er dieselben nicht ganz natur-

Fig. 96. Knorpelzellen des Menschen, 350 mal vergr. *a*. Mutterzelle mit drei fetttropfenhaltenden Tochterzellen aus einem Rippenknorpel. *b*. Zwei Zellen von ebendaher, deren Fetttropfen von einem blassen Saum umgeben ist. *c* Zwei Zellen mit verdickter Wand aus dem Knorpel am grossen Horn des Zungenbeins, die neben dem Fetttropfen einen deutlichen Kern führen.

getreu ab (pg. 325, Fig. 1). Die Rippenknorpel haben in der neuesten Zeit besonders *Donders* (pg. 261) und *H. Meyer* (pg. 300 u. flgd.), auch *Rokitansky* (l. c.) beschäftigt. *H. Meyer* lässt die faserigen Stellen derselben richtig durch Umwandlung der gewöhnlichen Grundsubstanz entstehen, während nach *D.* zuerst Erweichung und Auflösung der Knochensubstanz sich zeigt, dann Entwicklung von Zellen und Bildung einer körnigen Grundsubstanz in dem Erweichten und zuletzt erst Aneinanderreihung der Körnchen zu Fasern. Meiner Meinung nach hat sich *D.* durch das häufige gleichzeitige oder nebeneinander Vorkommen von faserigen und erweichten Stellen verleiten lassen, die letzteren für das frühere zu halten, während sie doch ein späterer Zustand sind. — Die Rippenknorpel verknöchern im höhern Alter ungemein häufig, doch ist diese Ossification, ebenso wie die Zerfaserung ihrer Grundsubstanz, nicht als etwas ganz normales zu betrachten und mit der gewöhnlichen Ossification nicht auf eine Linie zu stellen. Die Verknöcherungen sind bald beschränkter bald ausgebreiteter. Im ersten Fall kommt es häufig nicht weiter als bis zu Incrustationen der Knorpelzellen und ihrer faserig gewordenen Grundsubstanz; im letzteren (und auch oft im ersteren) geht der Ossification die Bildung von Hohlräumen im Knorpel und eines Knorpelmarkes mit Gefässen in demselben voraus, welche theils mit denen des Perichondrium, theils mit denen der Rippen zusammenhängen, und ist die Knochensubstanz normaler ähnlicher, doch fast immer dunkler, minder homogen und mit wenig ausgebildeten, oft krümlige Niederschläge enthaltenden Knochenhöhlen. Unter dem Namen Knorpelmark, den *Miescher* eingeführt, versteht man nicht den Detritus, der beim Auflösen der Knorpelsubstanz entsteht, wie *H. Meyer* glaubt, der (l. c. pg. 303) ganz unnöthigerweise gegen den angegebenen Namen eifert, sondern die an die Stelle dieses Detritus tretenden Markzellen, Fettzellen, Bindegewebsbündel und Gefässe (siehe auch *Engel* l. c. pg. 377), welche mit denen sich entwickelnder fötaler Knochen so zu sagen ganz übereinstimmen und in ossificirenden Rippen- und Kehlkopfsknorpeln leicht zu beobachten sind. — Die Zellen der Rippenknorpel sind oft sehr eigenthümlich, namentlich sind herrliche Mutterzellen mit vielen Tochterzellen (bis zu 60, *Donders*) ganz gewöhnlich; dann sah ich auch in verknöchernden Knorpeln Zellen mit ungemein verdickter Wand bis zum fast totalen Verschwinden der Zellenhöhle. Die Fetttropfen in den Zellen kann ich nicht, wie die Meisten es thun, für veränderte Kerne halten, denn ich sah in vielen Fällen deutlich neben ihnen die Zellenkerne, dagegen ist es allerdings richtig, dass, wie es auch *H. Meyer* (l. c. pg. 316) angibt, die Fetttropfen oft die Kerne umgeben und verdecken, welche dann zu schwinden scheinen.

§. 96.

Gelenkverbindung, *Diarthrosis.* Bei den Gelenkverbindungen des Knochensystemes treten zwei mit überknorpelten Flächen versehene Knochentheile oder zwei Knorpel, oder ein Knorpel und ein Knochen durch eine besondere, sie umfassende und von einem zum andern Theil herübergehende Membran, die Gelenkkapsel, *Capsula syno-*

vialis, in Verbindung, während zugleich das Innere der Kapsel, sowie die aneinander sich reibenden Hartgebilde durch eine in geringer Menge angesammelte Flüssigkeit, die Gelenkschmiere, *Synovia*, glatt und schlüpfrig erhalten werden. Aeussere Hülfsbänder oder Faserlagen verstärken ohne Ausnahme die zarte Synovialhaut, während innere Bänder, durch Gelenke hindurchgehende Sehnen, faserknorpelige Ansätze an die Gelenkgruben (*Labra cartilaginea*) und faserknorpelige, mit der Gelenkkapsel verbundene Zwischengelenkbänder, *Ligamenta interarticularia*, zu den minder häufigen Vorkommnissen gehören.

§. 97.

Knorpelüberzüge der Knochen und Knorpellippen. Die Gelenkenden der Knochen oder die sonst an einem Gelenk sich betheiligenden Flächen derselben sind ohne Ausnahme mit einer dünnen Knorpellage überzogen, welche in der Mitte an den sich berührenden Flächen von ziemlich gleichmässiger Dicke ist, weiter nach aussen allmälig dünner wird und endlich ganz scharf ausläuft. Dieser Gelenkknorpel, *Cartilago articularis*, sitzt mit einer rauhen vertieften oder gewölbten Fläche fest an dem Knochen an, ohne durch irgend welche dazwischen gelegene Theile mit ihm sich zu vereinen und ist an der entgegengesetzten Seite in den meisten Gelenken grösstentheils ganz nackt und nach der Gelenkhöhle zugewendet, zum Theil von einer besonderen Faserhaut, einem Perichondrium, überzogen, das als unmittelbare Verlängerung des Periostes über einen meist nur geringen Theil des Knorpels sich hinzieht und dann ohne scharfen Rand allmälig endet. In einem einzigen Gelenke, dem Kiefergelenke, fehlt zwar die Knorpellage an den betreffenden Flächen nicht, wie neulich behauptet worden ist, hat jedoch eine nur geringe Mächtigkeit und Ausdehnung und ist von einer dicken Lage von Fasergewebe überzogen.

Die Knorpellippen der Gelenkgruben, *Labra cartilaginea*, sind feste, gelblichweisse Fasermassen, welche in Gestalt von ringförmigen Bändern in einigen Gelenken (Schultergelenk, Hüftgelenk) am Rande der überknorpelten Gelenkvertiefungen sich finden und zur Vergrösserung derselben und zur besseren Umschliessung der Gelenkköpfe dienen. Dieselben sitzen mit breiterer Basis am Rande des Gelenkknorpels unmittelbar am Knochen, zum Theil auch auf dem Knorpel, ragen zugeschärft grösstentheils frei und unbedeckt von der Synovialhaut oder einem Epitel in's Gelenk hinein und hängen aussen mit dem Periost und der Synovialkapsel zusammen.

Mit Rücksicht auf den feineren Bau der eben beschriebenen Theile,

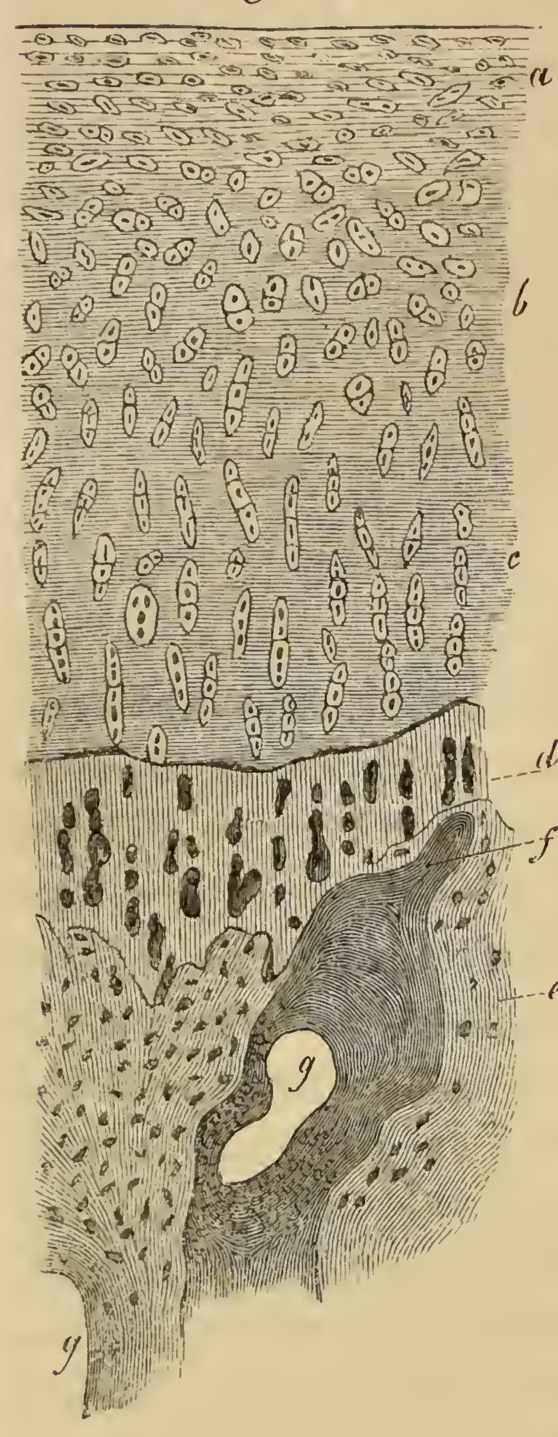


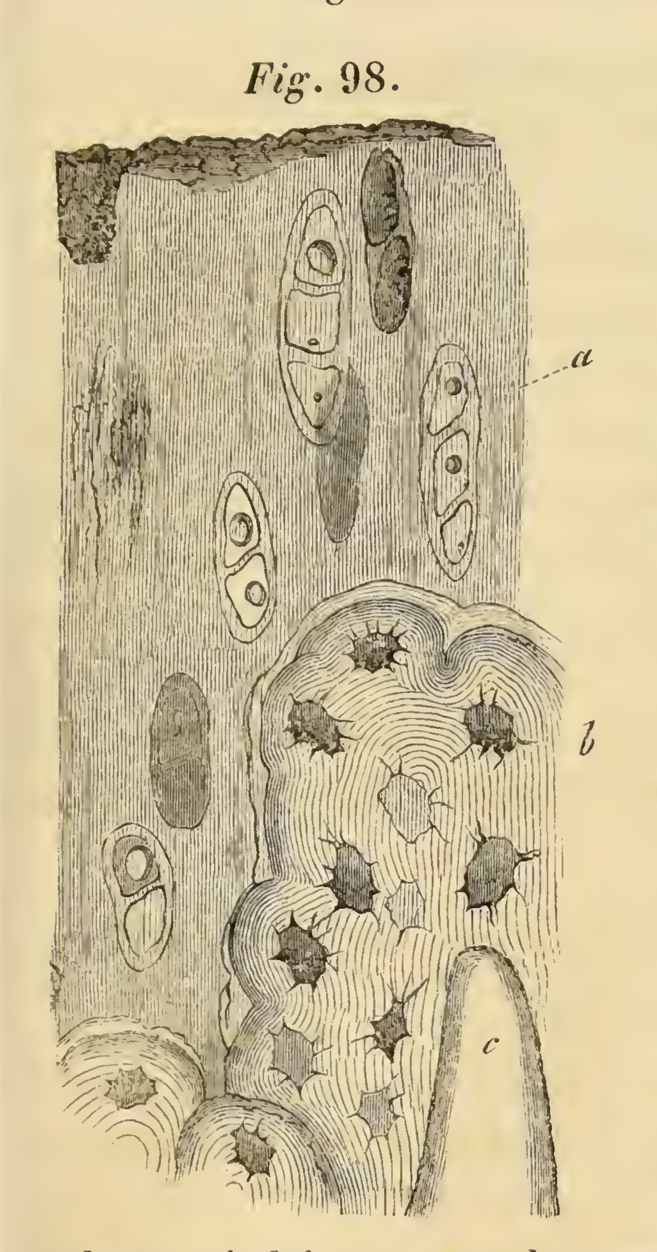
Fig. 97.

so zeigt der Gelenkknorpel am ausgebildeten Knochen (Fig. 97.) unter normalen Verhältnissen eine durchweg feinkörnige, zum Theil fast homogene Grundsubstanz und in dieser zarte Knorpelzellen, die an der Oberfläche zahlreich und platt, mit ihren Flächen derselben parallel liegen, weiter nach innen länglichrund oder rundlich und spärlicher werden und nach verschiedenen Richtungen durcheinander stehen, am Knochenrande endlich, länglich von Gestalt, senkrecht auf denselben gerichtet sind. Diese Zellen haben alle deutliche, namentlich nach Essigsäurezusatz von der Grundsubstanz leicht unterscheidbare Wandungen, einen hellen, manchmal leicht granulirten, jedoch wenig fetthaltigen Inhalt und bläschenförmige Kerne; sie stehen isolirt oder in Gruppen und führen sehr häufig zwei, vier oder selbst noch mehr Tochterzellen, welche bei den platten Zellen nebeneinander, bei den länglichen reihenweise stehen. Am Kopf des Unterkiefers wie am Schläfenbein findet man, so lange der Knochen noch nicht ausgebildet ist, eine mächtige Lage ganz ausgezeichneter Knorpelzellen, gegen die Gelenkhöhle zu von einer Bindegewebslage überzogen. Diese Knorpellage schwindet, je mehr der Knochen seiner Ausbildung sich nähert und am Ende bleibt unter der relativ und absolut dicker gewordenen Bindegewebslage nur noch eine ganz dünne und durchscheinende Schicht, deren Elemente, obschon morphologisch nicht wirkliche Knochenzellen und auch nicht ossificirt, doch denselben näher zu stehen scheinen als den Knorpelzellen.

Eine besondere Erwähnung verdient das Verhalten des Knochens unter den Gelenkknorpeln. Derselbe besteht nämlich an fast allen Gelenken unmittelbar am Knorpel aus einer Lage nicht vollkommen ausgebildeter Knochensubstanz und erst weiter nach innen aus dem bekannten Gewebe

Fig. 97. Gelenkknorpel eines menschlichen Metacarpus senkrecht durchschnitten, 90 mal vergr. *a.* Oberflächlichste platte Knorpelzellen, *b.* mittlere rundliche, *c.* innerste senkrecht und in kleinen Reihen stehende Zellen, *d.* äusserste Schicht des Knochens mit ossificirter faseriger Grundsubstanz und dickwandigen hier durch Luft dunklen Knorpelzellen, *e.* wirkliche Knochensubstanz, *f.* Enden der Markräume der Apophyse, *g.* Markraum.

Fig. 98.



(Fig. 97. 98). Die erwähnte Lage von 0,04—0,16''', im Mittel 0,12''' Dicke besteht aus einer gelblichen, meist faserigen, knochenharten und wirklich verknöcherten Grundsubstanz, enthält jedoch keine Spur von Haversischen Kanälchen oder Markräumen und ebenso keine ausgebilten Knochenhöhlen. Statt der letzteren trifft man rundliche oder längliche, oft in Häufchen oder Reihen beisammenstehende Körperchen, grössere von 0,016—0,024''' Länge, 0,006—0,008''' Breite und kleinere von 0,006—0,008''' Länge, 0,004 bis 0,005''' Breite, welche an Knochenschliffen ein ganz dunkles Ansehen darbieten und daher für mit Kalkkrümeln gefüllte Knochenkörperchen gehalten werden könnten, wie es neulich *H. Meyer* (l. c. pg. 325 u. 326) begegnet ist. Durch Zusatz von Terpentinöl, welches jedoch schwer eindringt, entgeht man diesem Irrthum, und findet man, dass, wie bei wirklichen Knochenkörperchen trockner Knochen, das dunkle Ansehen nur von Luft herrührt, und dass die fraglichen Gebilde nichts als dickwandige, noch mit Inhalt (Fett, Kernen) versehene, hie und da Andeutungen von Porenkanälchen zeigende und vielleicht auch theilweise verkalkte Knorpelzellen, mit anderen Worten, wie *Gerlach* (pg. 163) mit Recht sagt, unentwickelte Knochenzellen sind. Die diese Zellen führende Schicht, welche gegen den Knorpel durch eine gerade, hie und da von Kalkkrümeln dunkle Linie und gegen den wahren Knochen durch eine buchtige Contour, an der man oft wie die Grenzen der einzelnen Knochenzellen unterscheidet, sich abgrenzt, findet sich weder ausschliesslich bei noch nicht ganz ausgebildeten Knochen, wie *Gerlach* glaubt, noch blos im späteren Alter (vom 30sten Jahre an und besonders bei Greisen), wie *H. Meyer* meldet, sondern, wie ich wenigstens sehe, in allen Altern von der vollendeten Entwicklung der Knochen an ganz constant in allen Gelenken, mit Ausnahme des Kiefergelenkes und der

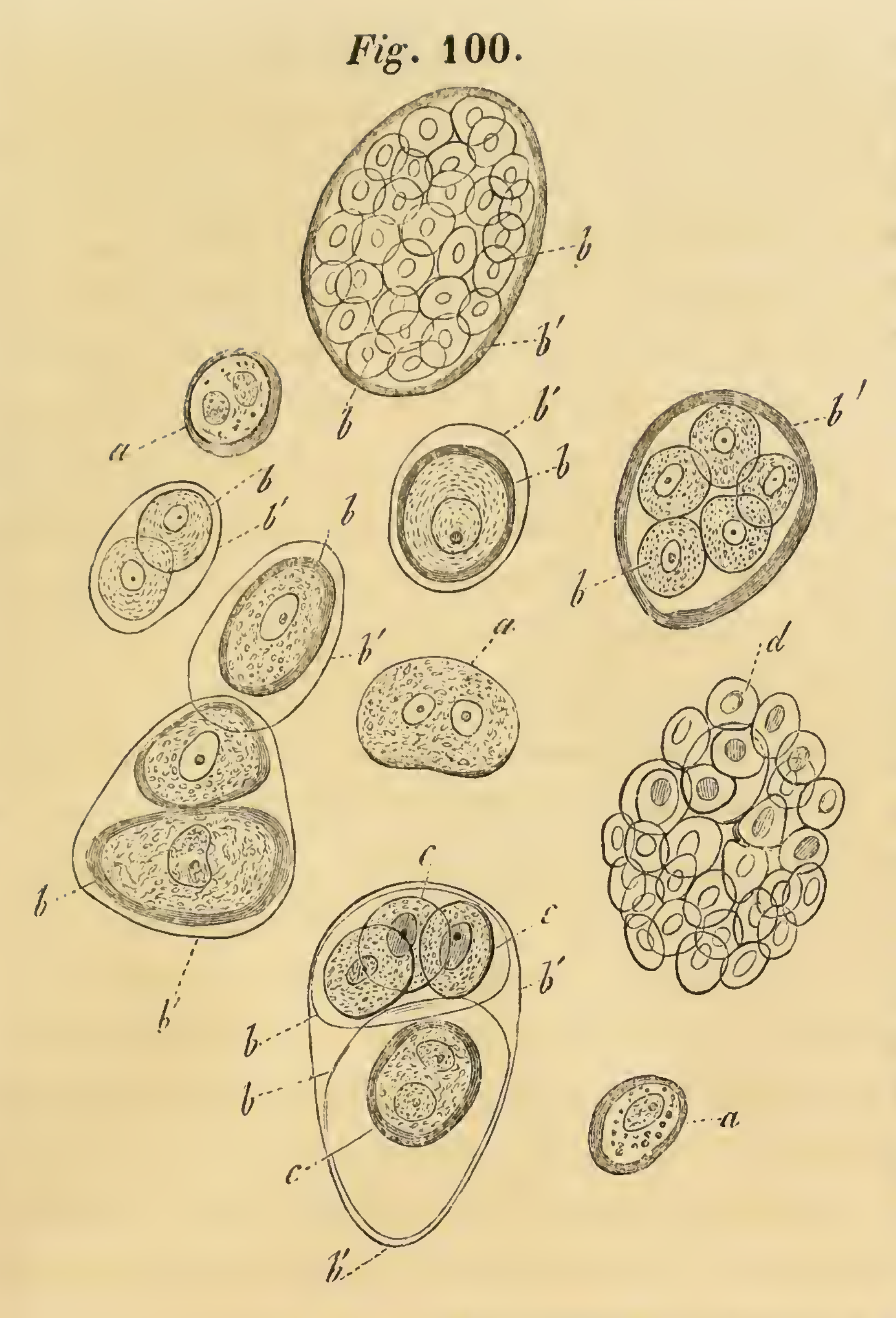
Fig. 98. Senkrechter Schnitt vom Apophysenende des Femur ohne Gelenkknorpel, 450 mal vergr. mit Terpentinöl. *a.* Ossificirte, stellenweise faserige oberflächliche Substanz mit verdickten Knorpelzellen (vier derselben sind nicht im Focus und erscheinen dunkel), *b.* wahrer Knochen scharf abgegrenzt mit ziemlich deutlichen Contouren der äussersten Knochenzellen und mit Markräumen *c.*

Gelenke am Zungenbein, an denen ich bis jetzt nichts von der Art, vielmehr am letzten Orte dieselben Verhältnisse, wie sie oben von der Symphyse gemeldet wurden, sah.

Die Knorpellippen der Gelenke bestehen vorzüglich aus Bindegewebe, enthalten jedoch ohne Ausnahme einzelne Knorpelzellen (Fig. 99.) von runder oder länglicher Gestalt, mit mässig dicker Membran, deutlichem Kern und hie und da Fettkörnchen. Mutterzellen sah ich hier noch nicht, dagegen findet man nicht selten jene schon beim Muskelsysteme (§. 75.) erwähnten, reihenweise gestellten Zellen, welche man für Knorpelzellen anzusprechen geneigt ist, obschon ihre Kerne die evidentesten Uebergänge in Kernfasern zeigen. Gelenkknorpel führen ausser während der Entwicklung, worüber unten das Nähere zu finden ist, keine Nerven und Gefässe. Die Knorpellippen sind nerven- und gefässlos.

Der Gelenkknorpel misst bei einem 25jähr. Manne am Oberschenkelkopf $1-1\frac{1}{4}'''$, an den Condylen in der Mitte $1\frac{1}{4}'''$, am Rand $\frac{3}{4}-1'''$, in der *Fovea patellae* $1\frac{1}{2}-1\frac{3}{4}'''$, in der Mitte der Condylen der *Tibia* $1\frac{1}{2}'''$, an den Rändern derselben $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}'''$, in der Mitte der *Patella* $1\frac{1}{2}-1\frac{3}{4}'''$, in der *Cavitas glenoidea tibiae* $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}'''$, am Körper des Sprungbeines oben $\frac{3}{5}'''$, unten $\frac{1}{2}'''$, am Kopfe desselben $\frac{3}{5}'''$, an der Basis des ersten Mittelfussknochens $\frac{1}{3}-\frac{1}{2}'''$, am Kopfe desselben $\frac{1}{3}'''$, am ersten Keilbein vorn $\frac{1}{3}-\frac{1}{2}'''$, hinten $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}'''$. — Wenn *H. Meyer* (l. c. pg. 333) behauptet, dass am Gelenkkopf des Unterkiefers und der Grube des Schläfenbeins überhaupt (auch beim Embryo) kein Knorpel vorkomme, so ist dies ganz unrichtig; *M.* hat sich offenbar dadurch täuschen lassen, dass die angegebenen Stellen über dem Knorpel noch eine Bindegewebslage, gewissermassen einen Ueberzug der Synovialhaut haben. Bei einem fast einjährigen Kinde misst die Lage von ächter Knorpelsubstanz am Unterkiefer $0{,}18-0{,}24'''$, in der Gelenkgrube des Schläfenbeins, wo die Zellen minder schön sind, $0{,}1-0{,}14'''$, dagegen die Bindegewebslagen, deren Fasern horizontal verlaufen und ziemlich scharf gegen den Knorpel sich abgrenzen, am Unterkiefer nur $0{,}04-0{,}06'''$. Beim Erwachsenen beträgt die Knorpellage am Unterkiefer nur noch $0{,}036-0{,}05'''$, die Bindegewebslage dagegen $0{,}072-0{,}1'''$; letztere enthält namentlich in der Tiefe ziemlich viele Kernfasern, erstere ist als ein schmaler durchsichtiger Streifen nur oben und vorn am Kopfe zu finden und zeichnet sich durch granulirte Grundsubstanz und kleine längliche Knorpelhöhlen, die hie und da leicht zackig und wie mit Porenkanälchen versehen zu sein scheinen, aus. — Beim Fötus aus der Mitte des Fötallebens sollen nach *Toynbee* (*Phil. Transact.* 1841) die Gefässe der Synovialhaut viel weiter auf den Gelenkknorpel übergehen, wovon ich jedoch am Humerus von 5 — 6 monatlichen Früchten und auch bei Neugebornen mich nicht überzeugen konnte. Bei Erwachsenen stehen

Fig. 99. Mit Fettkörnchen gefüllte Knorpelzelle aus dem *Labrum glenoideum* der Scapula, 350 mal vergr.



die oberflächlichsten Knorpelzellen der Gelenkknorpel oft sehr dicht und könnten von einem Ungeübten mit einem Epitelium verwechselt werden. Ihre Wandungen sind hie und da leicht verdickt u. ohne Ausnahme enthalten sie, wie auch die tieferen Zellen, Tochterzellen, von denen ich in ganz normalem Knorpel bis zu 12 in einer Zelle antraf. In pathologischen Fällen kommen dieselben ungemein ausgebildet vor, so namentlich bei sammtartigen Gelenkknorpeln (Fig. 100.), wo sie mit 1 oder 2 Generationen von Zellen und oft von sehr bedeutender Grösse, auch fetthaltig, ziemlich frei in faseriger Grundsubstanz liegen und leicht sich isoliren lassen (vergl. auch *Ecker* in *Roser* und *Wunderlich's Arch.*, Bd. II, 1843 p. 345). Die Gelenkknorpel sind beim Erwachsenen gefässlos, doch entwickeln sich die Gefässe an ihren Rändern von der Synovialhaut aus oft weiter über sie herüber. Was *Liston* (*Medico-chirurg. transact. V. Lond.* 1840, pg. 94) als pathologisch entwickelte Knorpelgefässe beschreibt, die vom Knochen aus in parallelen Linien in den Knorpel hineingehen und dann nahe an der Oberfläche Schleifen bildend umkehren, sind gewiss nur die normalen Gefässe der Knorpel gewesen, die (siehe unten) auch noch bei 18jährigen Individuen sehr schön sich finden. Von einer Entzündung der Knorpel kann demnach bei Erwachsenen keine Rede sein, wohl aber leiden dieselben bei krankhaften Zuständen ihrer Knochen oder Entzündungen der Synovialhaut, zerfasern sich oft mit gleich-

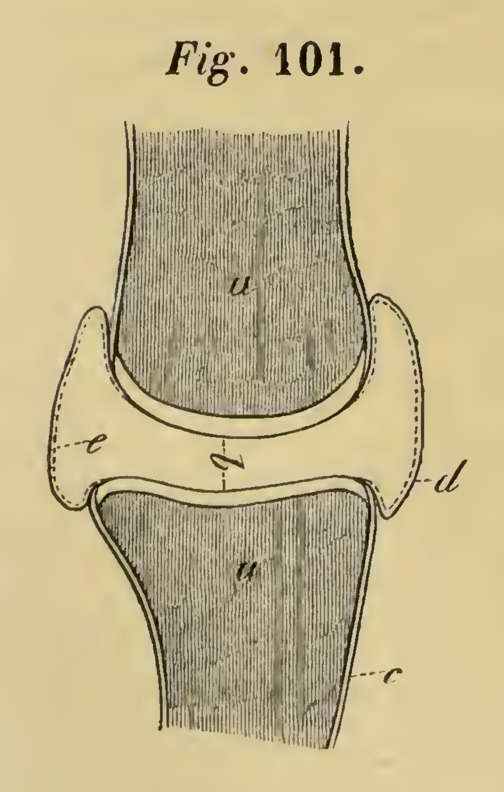
Fig. 100. Knorpelzellen aus einem faserigen, sammtartigen Gelenkknorpel der *Condyli ossis femoris* des Menschen, 350 mal vergr., Alle in faseriger, bei einer Zelle gezeichneter Grundsubstanz liegend und leicht sich isolirend. *a.* einfache Zellen mit oder ohne verdickte Wand, einem oder zwei Kernen; *b.* Tochterzellen oder Zellen der ersten Generation mit 1 oder 2 Kernen, zu einer, zweien, fünfen und vielen in Mutterzellen *b'*; *c.* Zellen der zweiten Generation zu 1 — 3 in Zellen der ersten; *d.* freigewordene Gruppe von Tochterzellen.

zeitiger Dickenzunahme, da *Cruveilhier* (*Dict. de med. et de chir. pract.* III. 514) die Fasern bis zu 6''' Länge sah, was die normale Dicke der Gelenkknorpel weit übersteigt, nutzen sich leichter ab und schwinden selbst ganz (bei Eiterungen im Knochen oder in den Gelenken), so dass die Knochen frei stehen; auch erleiden sie partielle Substanzverluste, so dass geschwürähnliche Lücken, die ebenfalls bis zum Knochen dringen oder von demselben ausgehen, sich bilden.

§. 98.

Die Gelenkkapseln, *Capsulae s. Membranae synoviales*, sind keine geschlossenen Kapseln, wie man bisher glaubte und wie jetzt noch von Vielen angenommen wird, sondern kurze weite Schläuche, welche mit zwei offenen Enden sich an die Ränder der Gelenkflächen der Knochen anlegen und dieselben so verbinden. Dieselben sind eigentlich mehr oder weniger zarte, durchscheinende Häute, werden aber an vielen Orten von äusserlich an ihnen gelagerten Faserschichten, den sogenannten fibrösen Kapseln, so fest und vollständig überzogen, dass sie für die oberflächliche Besichtigung das Ansehen ziemlich derber Kapseln annehmen. Diese fibrösen Lagen finden sich besonders da, wo keine oder wenige Weichtheile die Gelenke schützen, oder wo eine sehr feste Vereinigung erzielt werden soll (Hüftgelenk), fehlen dagegen meistens oder sind unentwickelt, wo Muskeln, Sehnen uud Bänder an Gelenken anliegen oder wo besonderer Zwecke wegen die Synovialhaut bedeutendere Lageveränderungen eingeht (Knie- und Ellbogengelenk).

Fig. 101.

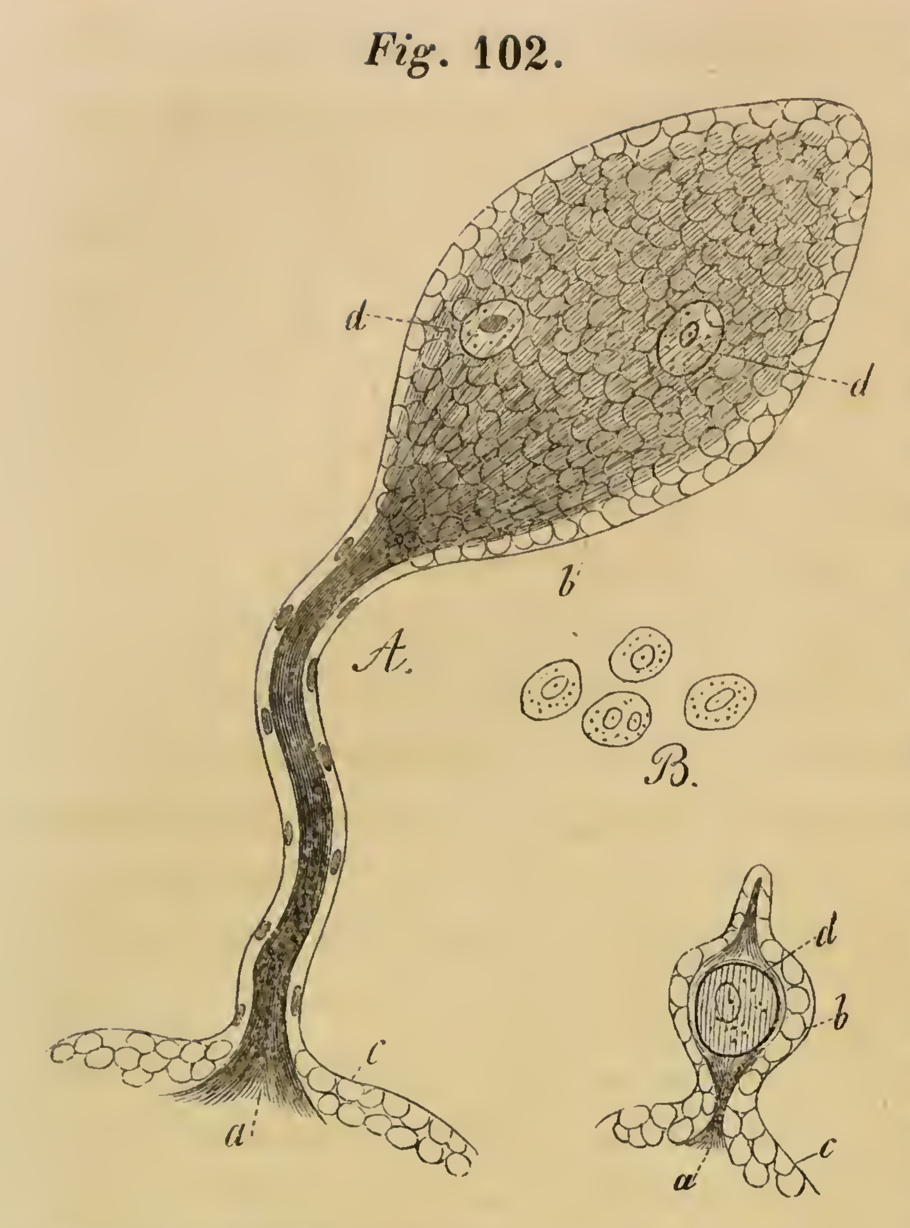


Das Verhalten der Gelenkkapseln zu den Knochen und Gelenkknorpeln ist genauer bezeichnet Folgendes (siehe Fig. 101). Die Gelenkkapsel setzt sich in den einen Fällen einfach an den Rand der überknorpelten Fläche an und geht von hier direct zum andern Knochen über (Patella, Amphiarthrosen) in den anderen überzieht sie zuerst neben dem Rande des Knorpels auch einen grösseren oder geringeren Theil des Knochens selbst und wendet sich dann erst um, um mit dem zweiten Knochen so oder so sich zu verbinden. In beiden Fällen sitzt die Synovialhaut nicht direct an den Hartgebilden, sondern ist loser

Fig. 101. Schematische Ansicht eines Fingergelenkes im Durchschnitt, zum Theil nach *Arnold*. *a*. Knochen, *b*. Gelenkknorpel, *c*. Periost in das Perichondrium des Gelenkknorpels übergehend, *d*. Synovialhaut am Rande des Knorpels, verbunden mit dem Perichondrium, beginnend, *e*. Epitel derselben.

oder fester mit dem Periost und Perichondrium vereint und läuft schliesslich ohne scharfen Rand und untrennbar mit dem Perichondrium des Gelenkknorpels verbunden unweit des Randes des letzteren aus.

Bezüglich auf die feinere Structur der erwähnten Theile, so bestehen die Synovialmembranen, abgesehen von den sogenannten Faserkapseln, die ganz den Bau der fibrösen Bänder haben, 1) aus einer Bindegewebslage mit nicht sehr zahlreichen Gefässen und Nerven und 2) aus einem Epitelium. Letzteres besteht aus 1, 2 bis 4 Schichten pflasterförmiger, 0,005 — 0,008''' grosser Zellen mit rundlichen Kernen von 0,002 — 0,003''', erstere zu innerst aus einer Lage paralleler Bündel, mit minder deutlichen Fibrillen und länglichen Kernen oder Kernfasern, weiter nach aussen aus sich durchkreuzenden Bündeln mit Kernfasernetzen, hie und da auch aus einem Netz von Bindegewebsbündeln von sehr verschiedener Stärke, mit umspinnenden Kernfasern, gerade wie in der *Arachnoidea*. Nicht selten finden sich gewöhnliche Fettzellen vereinzelt in den Maschen des Bindegewebes und hie und da (siehe auch *Henle* pg. 801), jedoch im Ganzen sehr selten, auch einzelne oder einige Knorpelzellen mit mässig dicken dunklen Wänden und deutlichem Kern. Drüsen und Zöttchen besitzen die Synovialhäute keine, dagegen zeigen sie einige andere eigenthümliche Bildungen, nämlich grössere Fettanhäufungen, *Plicae adiposae*, und gefässreiche Fortsätze, *Plicae vasculosae* (*Plicae synoviales*, *Ligamenta mucosa* der Autoren). Die ersteren, früher fälschlich Haversische Drüsen benannt, kommen vorzüglich im Hüft- und Kniegelenk vor, in Gestalt gelber oder gelbröthlicher, weicher Vorsprünge oder Falten, und bestehen einfach aus grossen Ansammlungen von Fettzellen in gefässreicheren Theilen der Synovialhaut. Die letzteren finden sich in fast allen Gelenken und zeigen sich, vorausgesetzt, dass die Gefässe gefüllt sind, als rothe, platte, am Rande gekerbte, gefaltete, mit kleinen Fortsätzen versehene Vorsprünge der Synovialhaut. Gewöhnlich sitzen diese Fortsätze nahe an der Ursprungsstelle der Synovialhaut vom Knorpel und legen sich flach auf denselben hin, so dass sie manchmal wie einen Kranz um denselben herum bilden, in andern Fällen stehen sie mehr vereinzelt und auch an andern Stellen der Gelenke. In ihrem Bau weichen sie vorzüglich durch ihren Gefässreichthum von den anderen Theilen der Synovialhäute ab, indem sie fast aus nichts als aus kleinen Arterien und Venen und zierlichen, am Rande der Fortsätze schlingenförmig verbundenen Capillaren bestehen und hierdurch sehr an die *Plexus chorioidei* in den Gehirnhöhlen erinnern. Neben den Gefässen zeigen sie eine Grundlage von häufig undeutlich faserigem Bindegewebe, das gewöhnliche Epitel der Synovialhaut, hie und da einzelne oder zahlreichere Fettzellen und



selten isolirte Knorpelzellen. An ihrem Rande tragen sie fast ohne Ausnahme blattartige, kegelförmige, membranartige kleinere Fortsätze von den abentheuerlichsten Formen (viele namentlich wie Cactusstengel), welche selten noch Gefässe führen, meist nur aus einer Axe von undeutlich faserigem Bindegewebe, hie und da mit Knorpelzellen und einem stellenweise sehr dicken Epitel, manchmal die kleineren selbst nur aus Epitel oder fast nur aus Bindegewebe bestehen.

Innerhalb der Gelenkkapseln findet sich eine geringe Menge einer hellen, gelblichen, fadenziehenden Flüssigkeit, die Gelenkschmiere, *Synovia*, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Schleime sehr ähnlich zu sein scheint, namentlich auch flüssigen Schleimstoff enthält (*Frerichs* l. c. und *Tilanus de saliva et muco*, *Amstelodami* 1849 pg. 63 u. flgde.). Mikroskopisch untersucht, bietet dieselbe unter normalen Verhältnissen nicht viel Bemerkenswerthes dar und besteht einfach aus einer durch Essigsäure sich trübenden Flüssigkeit, die sehr häufig einige, oft fettig metamorphosirte Epitelzellen, Kerne von solchen und Fettkügelchen, und unter nicht ganz normalen Verhältnissen auch Blut- und Lymphkügelchen, losgelöste Theile der Synovialfortsätze, des Gelenkknorpels und eine structurlose gelatinöse Substanz enthält.

Nach *Todd* und *Bowman* (I. pg. 130) besitzen die serösen Häute unter dem Epitel eine structurlose Haut; an Synovialhäuten habe ich nichts der Art finden können, doch muss bemerkt werden, dass die unmittelbar unter dem Epitel gelegene Bindegewebsschicht mit parallelen Fasern ihre Elemente oft nur schwer erkennen lässt und namentlich in den Synovialfortsätzen einer homogenen Haut ähnlich wird, ohne wirklich eine solche zu sein. — Dass die Gelenkknorpel keinen Ueberzug von der Synovialhaut

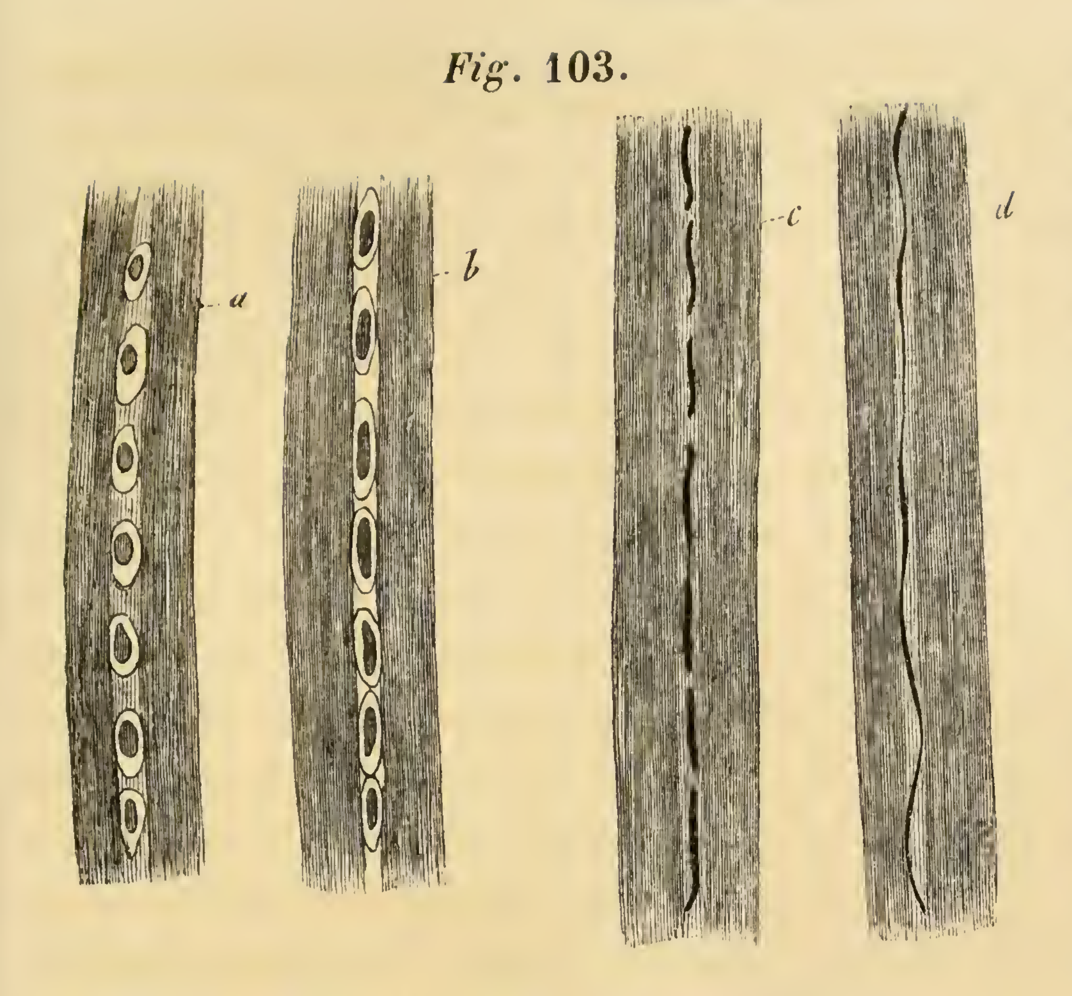
Fig. 102. Von der Synovialhaut eines Fingergelenkes. *A.* Zwei gefässlose Anhänge der Synovialfortsätze, 250 mal vergr. *a.* Bindegewebe in der Axe derselben, *b.* Epitel (im Stiel des grösseren Fortsatzes nicht deutlich zellig) in dasjenige der freien Ränder des Fortsatzes *c.* übergehend, *d.* Knorpelzellen. *B.* Vier Zellen aus dem Epitel der Synovialhaut des Knies, eine mit zwei Kernen 350 mal vergr.

und auch kein Epitel haben, wie man bis vor Kurzem ziemlich allgemein annahm, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, dagegen will ich noch darauf aufmerksam machen, dass auch die Synovialhaut selbst an gewissen Gelenken stellenweise des Epitels ermangelt. Ich sah dies bisher namentlich an den Finger- und Zehengelenken an beschränkten, derben, gelblichen Stellen, welche constant durch grossen Reichthum an Knorpelzellen sich auszeichneten, und zwar bei sonst ganz gesunden Gelenken, so dass meinem Dafürhalten nach diese Erscheinung eine ganz normale ist. — Die normale gesunde Synovia, die nach *Frerichs* beim Ochsen 94,8 Wasser, 0,5 Schleimstoff und Epitel, 0,07 Fett, 3,5 Eiweiss und Extracte, 0,9 Salze enthält, ist offenbar eine ganz homogene Flüssigkeit ohne geformte Theilchen und die oben genannten Beimengungen sind entweder mehr zufällig oder krankhaft. Wenn *Frerichs* (l. c.) eine regelmässige Loslösung des Epitels der Synovialhäute und eine sehr wesentliche Betheiligung desselben durch Zerfallen an der Bildung der Gelenkschmiere annimmt, so muss ich dem widersprechen. Ich habe wohl ein Abfallen einzelner Zellen durch die Reibung beim Gebrauch der Gelenke, dagegen nichts von einer normalen Ablösung des Epitels in Synovialhäuten und von einer constanten Wiederbildung derselben gesehen. Freie Kerne, die *Frerichs* als tiefste Epiteliumlage annimmt, kommen nicht vor und in einer gesunden Synovia, die man freilich vom Menschen nicht leicht erhält, sind die Epitelzellen oder Reste derselben ohne Ausnahme im Verhältniss zur Menge des Secretes ungemein selten. Ich halte demnach die Synovia für ein Secret, dem geformte Elemente nicht wesentlich zukommen und glaube, dass dieselbe unter Mitbetheiligung des Epitels einfach von den Gefässen der Synovialhäute ausgeschwitzt wird und zwar vor allem von den Gefässfortsätzen derselben, die wie eigens zu diesem Zwecke angelegt sind und auch immer am Rande der vorzüglich eines schlüpfrigen Ueberzuges bedürfenden Knorpel sich finden. Die gefässlosen Anhänge dieser Fortsätze, die *Rainey* (*Royal Society of London May*, 1846) und ich (l. c.) zuerst genauer untersucht haben, scheinen mir nicht blos ihrer auffallenden Gestalt wegen Berücksichtigung zu verdienen, sondern auch wegen ihrer pathologischen Entartungen. Dieselben geben nämlich, indem sie sich vergrössern, fester werden und von ihrem Verbande mit den Gefässfortsätzen sich lösen, den sogenannten Gelenkmäusen den Ursprung. Diese, die auch in Schleimbeuteln und Sehnenscheiden, die ebenfalls Gefässfortsäte besitzen (siehe oben §. 75.), vorkommen, bestehen, wie ich mit *Hyrtl* (*Oesterr. med. Jahrb.* Bd. XXXIX, pg. 261) finde, aus einem Ueberzug von Epitelium, Bindegewebe mit verlängerten Kernen und, jedoch nicht immer und in wechselnder Zahl, aus eingestreuten Fett- und wahren Knorpelzellen, und entwickeln sich dem Gesagten zufolge nicht ausserhalb der Synovialhaut, wie man seit *Meckel* (*Path. Anat.* II. 2 pg. 211) annahm, sondern durch eine Wucherung dieser selbst. Uebrigens können ähnliche feste Körperchen wahrscheinlich auch noch auf andere Weise entstehen, indem wenigstens *Bidder* (*Zeitschrift für ration. Medicin*, Bd. 3, St. 99 flgde.) und *Virchow* (*Medic. Zeitung* 1846, Nr. 2 u. 3) solche beobachteten, die keine Spur von Organisation zeigten. Ich möchte diese letzteren Gebilde in vielen Fällen mit *Virchow*, der den Faserstoff in ihnen wirklich nachwies,

für Fibrinexsudate, in anderen für festgewordene Niederschläge aus der Synovia halten, welche letztere Ansicht durch das häufige Vorkommen von sulzigen, mehr oder weniger consistenten structurlosen Massen, offenbar verdichteter Synovia in den Sehnenscheiden der Hand unterstützt wird. — Auch Knochenstücke, von Wucherungen am Umfang der Gelenkenden losgerissen, können in das Innere der Gelenke hineingelangen (*Ecker* l. c. und *Rainey* in *Monthly Journal* 1849, pg. 745). — Die *Plicae adiposae* in Gelenken haben wohl weniger zur Bildung der Synovia als zur Mechanik der Gelenke Bezug, indem sie als Ausfüllungsmasse dienen.

§. 99.

Zwischengelenkknorpel und Gelenkbänder. In manchen Gelenken finden sich feste, weissgelbe faserige Platten, sogenannte Cartilagines oder *Lig. interarticularia*, welche von der Synovialkapsel aus zu zweien zwischen die betreffenden Knochen sich einschieben (Kniegelenk) oder eine einzige Scheidewand quer durch das Gelenk bilden (Kiefer-, Schlüsselbein-Brustbein- und Handgelenk). Dieselben bestehen aus einem festen Fasergewebe, welches ganz an das Bindegewebe sich anschliesst, jedoch minder deutlich Fibrillen zeigt, ausserdem aus Knorpelzellen und Kernfasern. Erstere, auf deren allgemeines Vorkommen zuerst *Kohlrausch* (*Götting. Gel. Anz.* 1843 I. pg. 270 flgde.) aufmerksam gemacht hat, sind meist in den oberflächlichsten Lagen zwischen den Bindegewebsfasern recht deutlich, gewöhnlich in Gestalt einfacher runder, mehr isolirt stehender und mässig dickwandiger Zellen mit einem Kerne, seltener als grössere Mutterzellen oder zweikernige Bläschen. In den tieferen Theilen sind die Knorpelzellen reihenweise gelagert und kleiner und machen endlich Kernfasern Platz, von denen wenigstens eine gewisse Zahl den Kernen der Knorpelzellen ihren Ursprung zu verdanken scheint. Verfolgt man nämlich die reihenweise gelagerten Zellen in die Tiefe (Fig. 103.), so sieht man, wie ihre Contouren immer undeutlicher und die Kerne immer länglicher werden und zuletzt sieht man nur noch lange schmale Kerne hintereinander, die schliesslich unter sich verschmelzen. Einen Ueberzug der Synovialhaut besitzen die Zwischengelenkbänder, die dem Bemerkten zufolge zu den Faserknorpeln zu zählen sind, nicht, wohl aber sind sie an ihrem mit der Gelenkkapsel verbundenen Rande, jedoch nur auf eine ganz kleine Strecke, nie an ihrer gesammten Oberfläche, von dem Epitel der Gelenkhöhle überzogen. Die Gelenkbänder, *Ligamenta articulorum*, sind äussere und innere. Erstere sind fast ohne Ausnahme (*Lig. laterale internum maxill. inf.* siehe oben §. 94.) derbe, fibröse Massen, welche den Sehnen in ihrem Bau so vollkommen gleichen, dass ich keinen wesentlichen Unterschied zwischen



beiden anzugeben wüsste. Sie gehen von Knochen zu Knochen, hängen meist fest mit der Gelenkkapsel zusammen und setzen sich entweder nur mit dem Periost in Verbindung oder haften unmittelbar am Knochen selbst, in welchem Falle sie wie die schon früher erwähnten Sehnen (§. 89.) in der Nähe des Knochens isolirte oder reihenweise gelagerte Knorpelzellen zwischen sich enthalten. Die inneren Bänder verbinden die Knochen (*Lig. cruciata*, *Lig. teres*, sogenannte *Cartilagines interarticulares* der Rippen und Rippenknorpelgelenke), befestigen die *Cartilagines interarticulares* (Kniegelenk) und bestehen, mit Ausnahme des weicheren *Lig. teres*, aus demselben festen Bindegewebe (in den Bändern der Rippengelenke mit Knorpelzellen), wie die äusseren Bänder, mit der einzigen Ausnahme, dass sie an ihrer ganzen Oberfläche von einer weicheren Bindegewebslage mit Gefässen und einem Epitel überzogen sind. — In einigen Gelenken stehen auch Sehnen mit der Gelenkhöhle in Verbindung (*Biceps*, *Subscapularis*, *Poplitaeus* z. B.) und besitzen dann zum Theil einen Epitelüberzug wie die inneren Bänder, zum Theil oberflächlich eingestreute, spärliche (*Biceps*) oder zahlreiche (*Poplitaeus*) Knorpelzellen.

Nach *E. H. Weber* (I. pg. 309) sollen die Zwischengelenkknorpel des Kniegelenkes bei Kindern Knorpel im engeren Sinne des Wortes sein, im Alter zu Faserknorpel werden, was ich so wenig wie *Bruns* (l. c. p. 220), der bei Neugebornen und Kindern von 1 bis 7 Jahren immer Bandmasse in denselben fand, bestätigen konnte. Nach *Virchow* (*Arch. f. path. Anat.* I. pg. 98) verlieren diese Faserknorpel bei alten Leuten ihre faserige Structur, so dass nur mit grosser Mühe Fibrillen sich darstellen lassen, werden dunkelgelb und bräunlich. Doch sind sie noch nicht eigentlich ho-

Fig. 103. Zur Bildung der Kernfasern im *Lig. falciforme* des Kniegelenkes. *a.* Ein Bindegewebsstreifen mit reihenweis gelagerten, länglich runden Zellen, ähnlich Knorpelzellen. *b.* Ein solcher mit längeren Zellen und Kernen. *c.* Ein Streifen mit spindelförmigen Kernen ohne Zellen, die zu verschmelzen beginnen. *d.* Ein solcher mit einer stellenweise dickeren Kernfaser.

mogen, sondern man unterscheidet in ihrem Gewebe immer noch zwei Richtungen parallel dem freien Rand und senkrecht auf denselben.

§. 100.

Physikalische und chemische Eigenthümlichkeiten der Knochen und ihrer Hülfsorgane. — Die Knochen bestehen, neben einer geringen Menge von Wasser und Fett, vorzüglich aus leimgebender Substanz und anorganischen Theilen. Das Wasser ist in der neuesten Zeit von *Stark (Edinb. med. and surg. Journ.* CLXIII, pg. 308) bestimmt worden; er fand in platten Knochen und den schwammigen Enden langer Knochen von Säugethieren 12—20 p. Ct., in den Diaphysen langer Knochen nur 3—7 p. Ct.; Menschenknochen enthielten in der Regel mehr Wasser als die der Säugethiere. Dieses Wasser muss, wie sich aus der ungeheuren Zahl der Knochenhöhlen und ihrer Kanälchen von selbst ergibt, einem guten Theile nach aus dem Plasma derselben stammen, ferner aus dem Mark, den Gefässhäuten und dem Blut (daher wohl seine grössere Menge bei den erstgenannten Knochen) und sicher aus dem dichten Knochengewebe zwischen den Lacunen selbst. Das Fett wird von *Bibra* (l. c.) zu 2—3 p. Ct., von *Stark* zu 4 –25 p. Ct. angegeben. Letzteres ist, wie *Scherer* gewiss mit Recht bemerkt, viel zu viel. Der Sitz des meisten dieses Fettes wird wohl mit Sicherheit in die Gefässe und in das wenige Mark der compacten Substanz verlegt werden können; ein Minimum mag vielleicht in dem Plasma der Knochenhöhlen sich finden oder an den Leim des eigentlichen Gewebes gebunden sein.

Die anorganischen Theile bilden im Erwachsenen ungefähr ⅔ (68,82 *Bibra,* 66,61 *Stark)* der trocknen Knochen, und werden fast alle erhalten, wenn man die Knochen glüht, in welchem Falle, wenn die gehörige Vorsicht angewandt wird, der calcinirte Knochen seine äussere Gestalt vollkommen beibehält, jedoch sehr leicht in ein weisses, undurchsichtiges, sprödes, schweres Pulver, die sogenannte Knochenerde zerfällt. Diese besteht vorzüglich aus 57 — 59 p. Ct. basisch phosphorsaurem Kalk (nach *Heintz* 3 Atom Basis, 1 Atom Säure), aus ziemlich viel kohlensaurem Kalk (7—8 p. Ct.) und etwas Fluorcalcium (Spuren), phosphorsaurer Talkerde, Kieselerde (Spuren) und alkalischen Salzen. — Ein kleiner Theil der Salze der Knochen ist auch in den Gefässwandungen und in den Knochenhöhlen enthalten und im Wasser dieser Theile gelöst.

Die leimgebende Substanz der Knochen ist der sogenannte Knochenknorpel oder Bildungsknorpel, *Cartilago ossium, sive formativa s. ossescens.* Dieser wird erhalten, wenn man einen Knochen bei niederer Temperatur mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure behandelt

und zeigt sich als eine weiche, biegsame, elastische, leicht gelbliche, knorpelähnliche durchscheinende Substanz genau in der Form des Knochens. Dieser Knochenknorpel beträgt ungefähr ⅓ des trocknen Knochens, fault, wenn er feucht ist und verbrennt trocken mit Zurücklassung von etwas Asche. Durch Kochen löst sich der Knochenknorpel auf und es entsteht durch Verbindung desselben mit Wasser das 3 bis 4fache Volum gewöhnlichen Leimes, welcher Leim auch direct durch langes Kochen der Knochen im Papinianischen Topfe gewonnen werden kann. — Ausser der leimgebenden Substanz enthält der Knochenknorpel auch noch einige andere organische Substanz (nach *Bibra* 0,04, nach *Stark* in frischen Knochen 1—3 p. Ct.), welche durch Kochen nicht löslich ist und wahrscheinlich vorzüglich den Gefässen angehört. Ebenso zieht auch die Salzsäure, mit der man die Knochen von ihren Salzen befreit, einige organische, noch nicht untersuchte Substanzen aus, die vermuthlich aus dem Plasma der Knochenhöhlen und dem Blute stammen, daher auch *Berzelius* aus 500 gr. Knochen durch Glühen 187 gr., durch Salzsäure nur 146 gr. trockne organische Substanz erhielt. Die Art und Weise des Vorkommens der Hauptsubstanzen des Knochengewebes anlangend, so ist sicher, dass die Knochenerde nicht als Depositum für sich in irgend welchen Theilen gesunder ausgebildeter Knochen sich findet, wie man früher wenigstens für einen Theil derselben, ja selbst von ihrer Gesammtmenge annahm, vielmehr spricht alles dafür, dass dieselbe, wenn auch in fester Gestalt, doch nur in einer sehr innigen Verbindung mit dem leimgebenden Gewebe des Knochens in demselben vorhanden sei. Da der Knochenknorpel und der calcinirte Knochen jeder für sich die Gestalt des Knochens in allen seinen Einzelnheiten wiederholen, so muss wohl die innigste Vereinigung beider Substanzen durch den ganzen Knochen statuirt werden, die jedoch, wie es *Bibra's* und *Scherer's* (einer mündlichen Mittheilung zufolge) Ansicht ist, nicht als wirkliche chemische Verbindung angesehen werden kann, vorzüglich aus dem Grunde, weil die Verhältnisse zwischen der leimgebenden Substanz und dem phosphorsauren Kalk sehr wechselnd sind und weil durch blosses Kochen unter erhöhtem Druck der Leim von dem Kalk sich trennt.

Nach den Untersuchungen von *G. O. Rees* haben nicht alle Knochen des Erwachsenen dieselben Verhältnisse organischer und anorganischer Theile. Mehr erdige Theile zeigen die langen Extremitätenknochen, weniger die des Rumpfes. Unter den ersteren besitzen die der oberen Extremität mehr als die der unteren, und von den einzelnen Knochen einer Extremität der Knochen des ersten Abschnittes mehr als die des zweiten. Wirbel, Rippen und Schlüsselbeine verhalten sich gleich. Das Darmbein hat

mehr Salze als die Scapula und das Brustbein, die Kopfknochen mehr als die des Rumpfes. Dasselbe Gesetz zeigt sich nach *Rees* auch schon beim Fötus, mit der Ausnahme, dass der Ueberschuss an erdigen Theilen in den langen- und Kopfknochen nicht so bedeutend ist, wie beim Erwachsenen. — Alle Untersuchungen ergeben ferner auch, dass in schwammiger Knochensubstanz und in jugendlichen Knochen weniger Knochenerde enthalten ist, als in der compacten Substanz und in ausgebildeten Knochen; so beträgt nach *Bibra* die anorganische Substanz im *Sternum* 51,4, in den Wirbeln 54,2 in den Knochen eines Fötus von 7 Monaten 59,4 p. Ct.

Die physikalischen Eigenschaften der Knochen richten sich nach ihrer Zusammensetzung. Von der Menge der erdigen Bestandtheile ist die Härte, Dichtigkeit und Festigkeit derselben abhängig, von den organischen ihre Elasticität und Biegsamkeit. In normalen Knochen des Erwachsenen sind die zwei Hauptsubstanzen solcher Gestalt vereint, dass die Knochen bei einer bedeutenden Härte und Festigkeit eine gewisse, jedoch geringe Elasticität besitzen, so dass sie eine bedeutende Widerstandskraft haben und bei Einwirkung grösserer mechanischer Gewalt doch nicht so leicht brechen. Im früheren Alter, wo der Knorpel in grösserer Menge da ist, ist die Härte weit geringer, die Tragfähigkeit daher unbedeutender und der Knochen zu Verkrümmungen geneigter, wogegen seine grössere Elasticität ihn vor Brüchen viel mehr bewahrt. In noch höherem Grade ist dies bei der Rhachitis der Fall, wo die organischen Bestandtheile zwischen 70—80 pCt. betragen. Umgekehrt werden im höhern Alter die Knochen zwar härter, aber auch spröder, so dass sie leicht brechen, woran jedoch auch die in diesem Alter eintretende Rarefaction des Gewebes zum Theil Schuld sein möchte.

Die Verbrennlichkeit der Knochen rührt von ihrer organischen Grundlage her, ihre Undurchsichtigkeit, weisse Farbe, das grosse specifische Gewicht und die Fähigkeit der Fäulniss zu widerstehen von den anorganischen Theilen. Die letzteren, weil so innig mit den animalischen Theilen gemengt, schützen auch diese, so dass Knochen aus alten Gräbern und vorweltlicher Thiere noch ihren vollen Gehalt an Knorpel besitzen.

Die wahren Knorpel, auch die des Fötus, bestehen neben ihrer organischen Grundlage aus 50—75 pCt. Wasser, 3—4 pCt. Salzen (vorzüglich Natronsalze und kohlensaurer Kalk, daneben besonders noch etwas phosphorsaurer Kalk und Talk). Erstere liess man bisher ganz aus Chondrin, einer in kochendem Wasser löslichen und beim Erkalten gelatinirenden, mit dem Leime verwandten Substanz bestehen, allein schon *Bruns* (pg. 216) sah, dass die Grundsubstanz und die Zellen der Knorpel in Wasser nicht gleich löslich sind und *Mulder* und *Donders*

haben es wahrscheinlich gemacht, dass das Chondrin, das man bisher untersuchte, nicht eine einfache Substanz ist und dass die Knorpel aus mehreren verschiedenartigen Körpern, der Grundsubstanz, den Membranen der Mutterzellen, dem Inhalte derselben und den Tochterzellen bestehen, von denen die erstere in Wasser, Kali und Schwefelsäure leichter sich löst als die anderen. — Die Faserknorpel (Knorpelzellen mit Bindegewebe) sind noch wenig untersucht. *J. Müller* fand in den *Cartilag. interarticulares* des Kniegelenkes des Schafes kein Chondrin, was auffallend ist, da diese Gebilde, wenigstens beim Menschen, constant Zellen enthalten, die morphologisch für nichts anderes als für Knorpelzellen gehalten werden können. Dagegen traf *Donders* (*Holl. Beitr.* p. 264) in den *Lig. intervertebralia* Chondrin; ob dieselben auch Leim enthalten, will er nicht entscheiden. — Die Bänder verhalten sich chemisch wie die Sehnen.

Die wahren Knorpel sind bedeutend weicher als die Knochen, schneidbar, sehr elastisch, aber nicht dehnbar, bei grösserer Gewalt brechend, milchweiss, bläulich oder gelb; in dünnen Stücken sind sie durchscheinend, getrocknet dunkelgelb, durchscheinend, spröde; aufgeweicht nehmen sie ihre früheren Eigenschaften wieder an. Der Fäulniss widerstehen sie fast wie die Knochen. Die Faserknorpel sind zum Theil bedeutend weicher als die Knorpel, zum Theil fast ebenso hart. Die Bänder stimmen mit den Sehnen überein.

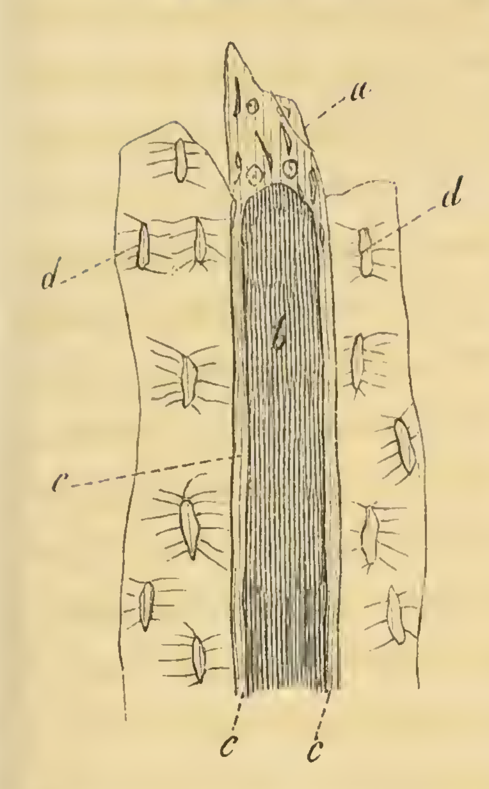
§. 101.

Gefässe der Knochen und ihrer Nebenorgane. *A.* Blutgefässe. Die Beinhaut, *Periost*, ist eine durchweg sehr gefässreiche Haut. Ihre Arterien stammen von den Muskel- und Gelenkarterien oder von den Ernährungsarterien der Knochen, sind jedoch nur einem kleineren Theile nach für sie bestimmt, einem anderen grösseren zufolge für die Knochen selbst. Die ersteren verästeln sich, wie schon oben auseinandergesetzt wurde, vorzugsweise in der äusseren Lage oder Hälfte der Beinhaut, bilden hier ein mässig enges Netz feiner (0,005‴) Capillaren und gehen in die Venen der benachbarten Organe über. Die Beinhaut, noch nicht ausgewachsener, namentlich embryonaler und kindlicher Knochen ist wie viel dicker als später, so auch ungemein viel reicher an Gefässen und durch mehr oder minder rothe Färbung ausgezeichnet.

Die Blutgefässe der Knochen selbst sind sehr zahlreich, wie man an injicirten und leichter noch an frischen mit Blut gefüllten Präparaten sehen kann, verhalten sich jedoch bei den verschiedenen Knochenabtheilungen etwas verschieden. Bei den langen Knochen finden sich ohne

Ausnahme an der Diaphyse an ganz bestimmten Stellen je eine oder zwei grössere Arterien (*Arteriae nutritiae*), welche, durch die schon oben erwähnten *Canales nutritii* verlaufend, schief in die Markhöhle eintreten. Hier theilen sich dieselben im Marke alsogleich in zwei Aeste, einen oberen und unteren, welche divergirend gegen beide Apophysen verlaufen, aufs vielfachste sich verästeln und mit einem reichlichen Capillarnetz das Mark versorgen. Ausser von dieser Arterie wird das Mark eines jeden langen Knochens auch noch von vielen grösseren und kleineren Arterien versorgt, welche durch die Oeffnungen um die Gelenkenden herum eintreten. Dieselben durchbohren die hier dünne compacte Substanz, der sie einige wenige Aestchen abgeben, kommen frei in das Mark der schwammigen Gelenkenden zu liegen und verästeln sich hier unter Bildung eines Capillarnetzes gleich dem der grossen *Arteria nutritia*, mit deren Endästen sie auch in der That aufs vielfachste anastomosiren. Die compacte Substanz der Rinde endlich erhält ihr Blut vorzüglich von der Beinhaut aus. Löst man dieselbe sorgfältig von einem frischen Knochen ab, so sieht man viele zum Theil mit Blut gefüllte, zum Theil weissliche Fädchen sich anspannen. Dieselben sind einem guten Theile nach feine Arterien, welche durch die schon früher beschriebenen Oeffnungen an der Oberfläche der Diaphyse in die compacte Substanz eintreten und dieselbe versorgen. Ihr Verhalten ist insofern klar, als sie ganz genau dem Verlaufe der Markkanälchen folgen und wie diese sich verästeln und mit einander anastomosiren; zweifelhafter ist dagegen, wie ihre Wandungen zu den knöchernen Kanälen sich verhalten. Nach dem, was ich sah, dringen alle diese feineren Arterien, mit allen ihren Häuten, namentlich der Muskelhaut und inneren elastischen Haut, versehen, in den Knochen ein, verlieren aber hier nach kürzerem oder längerem Verlauf die genannten zwei Lagen und gehen nur aus einer Bindegewebslage mit länglichen Kernen und einem Epitel versehen weiter. In den grösseren und grössten Haversischen Kanälchen findet man neben dem Hauptgefäss noch etwas Mark, bestehend aus lockerem Bindegewebe, hie und da blassen Zellen, von denen einzelne grosse, wie ähnliche Gebilde in fötalen Knochen (siehe unten), viele Kerne führen, selten vereinzelten Fettzellen und endlich ziemlich feinen Capillaren, während die feineren Kanälchen von den Blutgefässen ganz ausgefüllt werden und keine Spur von Mark enthalten (Tab. II. Fig. 4). Hier hält es ziemlich schwer, sich von der Existenz und namentlich von der Beschaffenheit der Gefässhäute zu überzeugen, doch gelingt es einmal an in Salzsäure erweichten Knochen leicht, auf Quer- und Längsschnitten auch eine häutige Begrenzung der Haversischen Kanäle in Gestalt eines blassen Saumes zu erkennen und an frischen Knochen kommt man

Fig. 104.



nach einigen vergeblichen Versuchen auch dazu, aus einem herausgeschnittenen Spane, der ein gefülltes Kanälchen enthält, das Blutgefäss ganz oder theilweise zu isoliren und seine Wandungen zu überschauen (Fig. 104). So zeigt sich, dass auch in den feinsten Kanälchen die Gefässe noch Wandungen haben und zwar zum Theil aus Epitelium und einer bindegewebsartigen Lage mit Kernen, zum Theil aus einer mehr homogenen Membran mit Kernen. — Ausser von den besagten Arterien wird die compacte Substanz in ihren innersten Theilen auch von denen des Markes versorgt, welche in nicht unbeträchtlicher Zahl durch die Ausmündungen der Haversischen Kanälchen in die Markhöhle eintreten und mit den vom Perioste stammenden Ramficationen sich verbinden. Das Venenblut tritt aus jedem langen Knochen an drei Stellen ab, 1) durch eine grössere Vene, welche die *Arteria nutritia* begleitet und dieselbe Verbreitung hat wie diese, 2) durch viele grosse und kleine Venen an den Gelenkenden, 3) endlich durch viele kleine Venen, welche abgesondert für sich aus der compacten Substanz der Diaphyse herauskommen, in der sie mit ihren Wurzeln, wie *Todd* und *Bowman* wohl richtig angeben, die weiteren Räume und die Sinus- oder Taschenartigen Aushöhlungen einnehmen, die auch an Knochenschliffen sehr deutlich hervortreten.

Dem Gesagten zufolge werden in den langen Knochen das Mark und die spongiösen Gelenkenden von besonderen Gefässen versorgt und ebenso die compacte Substanz des Mittelstücks. Erstere dringen mehr frei in die Knochen ein, verästeln sich, abgesehen von den spärlicheren Gefässchen, die in die Haversischen Kanälchen eingehen, mit allen Häuten, die die Gefässe sonst besitzen (auch der *Muscularis*) in dem Mark und bilden hier ein wirkliches Capillarnetz mit Gefässchen von 0,004—0,0052‴ die feinsten. Die Gefässe der compacten Substanz stammen grossentheils aus denen des Periostes, verlieren ihre Muskelhaut sehr bald und bilden ein Netz weiter Kanäle, die man in ihrem Bau nur dem geringsten Theile nach zu den Capillaren zählen kann. Beiderlei Gefässe communiciren

Fig. 104. Ein Knochenstückchen mit einem Haversischen Kanälchen vom Humerus des Menschen, 350 mal vergr. mit Essigsäure. *a*. Gefäss im Kanal am vorstehenden Theil mit länglichen und runden Kernen, letztere zum Epitel gehörend, sonst mit Blut *b*. gefüllt, und nur an den Wandungen *c*. zu erkennen, *d*. Knochenhöhlen mit Plasma gefüllt.

mannigfach, so dass das Gefässsystem durch den ganzen Knochen als ein continuirliches sich darstellt und Blut möglicher Weise von allen Theilen in alle gelangen kann, wie denn auch *Bichat* (III. 44) an einer injicirten Tibia, deren *Arteriae nutritiae* obliterirt waren, das Mark ganz gut ausgespritzt fand.

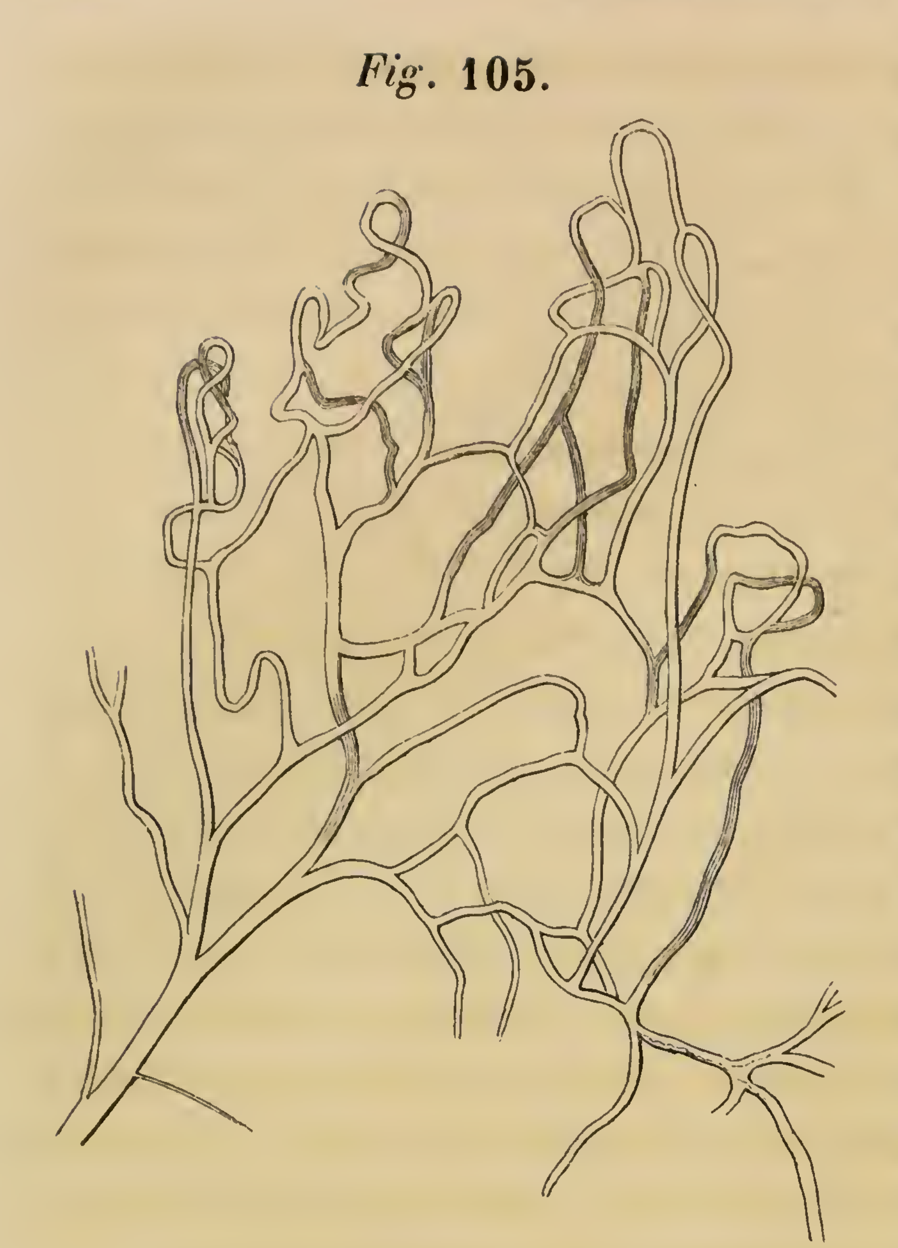
In den kurzen Knochen zeigen die Blutgefässe ungefähr dasselbe Verhalten, wie in den Apophysen der langen, indem die Arterien und Venen an vielen Orten der Oberfläche mit grösseren und kleineren Stämmchen ein- und austreten, mit einem Capillarnetz das Mark versorgen und auch in die spärlichen Haversischen Kanälchen dieser Knochen eingehen. In den Wirbelkörpern sollen nach *Breschet* (*Nova Act. Nat. Cur.* T. XIII. P. I. pg. 361) die sehr weiten Venen nur von der Innenhaut ausgekleidet in besonderen knöchernen Kanälen enthalten sein und an der hinteren Fläche der Körper mit ein oder zwei grossen Stämmen ausmünden (*Venae basivertebrales*). Diess ist wenigstens nicht für alle Fälle richtig, indem ich bei vielen, namentlich älteren Individuen im Innern der Wirbelkörper keine besonderen Gefässkanäle, sondern einfach grosszellige spongiöse Substanz mit Mark finde, in der die allerdings sehr weiten Venen, jedoch mit ihren gewöhnlichen Häuten und von Arterien und Nerven begleitet, verlaufen. Ausserdem treten auch noch vorn und seitlich zahlreiche kleinere Venen aus den Körpern heraus, die, weil auch hier alle Gefässe des Knochens miteinander verbunden sind, natürlich auch durch Capillaren mit den hinteren Venen zusammenhängen. Die Arterien der Wirbelkörper gehen von allen Seiten für sich oder in Begleit von Venen in dieselben ein.

Die platten Knochen anlangend, so stimmen die *Scapula* und das *Os innominatum* mit den langen Knochen in Vielem überein, indem sie, wie diese, bestimmte Ernährungslöcher für grössere Arterien und Venen haben, ferner in der compacten Substanz durch feinere Gefässe vom Periost aus versorgt werden und an den schwammigen Theilen, wie in der Gegend der Gelenkgruben, viele, auch grössere Gefässe aufnehmen und abgeben, allein es fehlt ihnen denn doch mit einer Markhöhle die freie Verbreitung der Gefässe in einer grösseren Markmasse. Ganz wie die kurzen Knochen verhält sich das Brustbein, wogegen die platten *Ossa cranii* am meisten abweichen. In diesen nämlich verlaufen, während die Arterien meist als feine Zweigelchen von beiden Flächen aus in die Rinde und die schwammige Substanz eintreten und wie gewöhnlich beschaffen sind, die sogenannten *Venae diploeticae* nur zum Theil wie in anderen Knochen frei im Marke, einem grösseren Theile nach ziehen sie in besonderen, baumförmig verzweigten grösseren Kanälen, den sogenannten *Breschet*'schen

Knochenkanälen, die an bestimmten Stellen mit grösseren Oeffnungen (*Emissaria Santorini*) ausmünden. Ueber den Verlauf dieser Venen, welche mit denen der Hirnhaut in mannigfacher Verbindung stehen, so dass beide gegenseitig sich leicht durch einander injiciren lassen, und über die Lage ihrer Oeffnungen ist in den Handbüchern der speciellen Anatomie (*Arnold* z. B.) das Genauere nachzulesen, hier bemerke ich nur Folgendes. Die grossen und grössten Venenkanäle enthalten in den meisten Fällen durchaus kein Mark und sind entweder von der Vene ganz ausgefüllt, die dannzumal nur ein Epitel und eine der Knochenwand dicht anliegende äussere Hülle von Bindegewebe mit Kernfasern besitzt, oder führen ausser derselben auch noch eine Arterie und einen Nerven (bei Neugebornen). Die feineren Venen dagegen sind, wie es *Kobelt* (*Arnold Anat.* I, pg. 245) von allen behauptet, von etwas Mark umgeben und die Capillarnetze, aus denen dieselben entspringen, liegen wie gewöhnlich im Marke drin, so dass demnach die *Breschet*'schen Kanäle schliesslich einfach in die Markräume der Diploe ausgehen. Uebrigens muss bemerkt werden, dass die Weite und Menge der Venen in den platten Schädelknochen äusserst variabel ist und dass namentlich im Alter mit der so häufigen Abnahme der Diploe dieselben immer mehr obliteriren. Daher sind auch die Venenkanäle und ihre Oeffnungen (*Emissaria*) von so wechselnder Stärke. — In einigen dünnen Knochentheilen des Siebbeines, Gaumenbeines, Thränenbeines finden sich durchaus keine Gefässe, in welchem Falle natürlich die Periostgefässe einzig und allein die Ernährung derselben zu besorgen haben.

Die Gelenkknorpel und andere Knorpel des Knochensystems, auch die Faserknorpel enthalten beim Menschen normal, ausser z. Theil während der Entwicklung der Knochen, durchaus keine Gefässe, mit Ausnahme des Perichondrium, das jedoch in dieser Beziehung dem Periost bedeutend nachsteht, wohl aber können in einigen derselben, wie in den Rippenknorpeln im mittleren Alter und später Gefässe auftreten, in welchem Falle dann auch häufig theilweise Verknöcherung vorgefunden wird oder folgt. Bei Ochsen und Schweinen finden sich dagegen, wie ich neulich (l. c.) zeigte, auch bei alten Thieren constant im Nasenscheidewandknorpel Gefässe, gerade wie in ossificirenden Knorpeln. Arm an Gefässen sind die fibrösen Bänder und namentlich die elastischen und in dieser Beziehung mit den Sehnen auf eine Stufe zu stellen, wogegen die Synovialhäute durch bedeutende Zahl von Blutgefässen sich auszeichnen. Reich an solchen sind hier namentlich die schon oben erwähnten Synovialhautfalten (Fig. 105.), dann auch die Synovialhäute selbst, welche überall unmittelbar unter dem Epitel ein ziemlich enges Netz von 0,004 bis

Fig. 105.



0,01‴ weiten Kanälen enthalten.

B. Lymphgefässe. Die neueren Anatomen sprechen fast alle den Knochen Lymphgefässe gänzlich ab oder erwähnen dieselben gar nicht, doch finden sich demungeachtet bei ältern und neuern Schriftstellern eine ziemliche Zahl von Angaben über das Vorkommen von solchen. Schon *Cruikshank* (p. 172) beschreibt, dass er bei Gelegenheit der Injection der Saugadern zwischen den Rippen vom *Ductus thoracicus* aus auch in einen Rückenwirbel eindringende Lymphgefässe gesehen habe, die in dessen Substanz sich verbreiteten. Auf *Mascagni's* einfache Erwähnung von Lymphgefässen im Perioste und Knochenmarke ohne nähere Angabe (*Prodromo II pg.* 78) ist bei seinen bekannten Ansichten kein grosses Gewicht zu legen, mehr auf die von *Sömmerring* (*Anatomie IV* 1792 pg. 431) und *Bonamy*, von denen der Erstere Saugadern vom Brustbeine und den Rippen kommen sah, der Letztere (*Breschet: le système lymphatique*, *Paris* 1836 pg. 40) durch Ueberwindung einiger Klappen Lymphgefässe injicirt haben will, die durch Oeffnungen in der Nähe des *Condylus internus ossis femoris* eindrangen und einige Zeit im Innern desselben sich verfolgen liessen. Auch *Brugmans* soll, wie *Heckeren* (*De osteogenesi praeternaturali*, *Lugd. Batav.* 1797) anführt, in den Röhrenknochen der Vögel (Storch) solche Gefässe gesehen haben. *Cruveilhier*, *Lauth*, *Fohmann*, *Panizza* und *Arnold* erwähnen dagegen die Lymphgefässe der Knochen nicht. Ich selbst habe den Inhalt der *Canales nutritii* an mehreren *Tibiae* sorgfältig mikroskopisch untersucht und ebenso die in den grossen Apophysenöffnungen am Femur gelegenen Gebilde, ohne die geringste Spur von Lymphgefässen zu finden und bin daher vorläufig eher geneigt, mich gegen die Existenz derselben auszusprechen, obschon noch neulich *Gros* (*Compt. rend. XXIII*

Fig. 105. Gefässe eines Synovialhautfortsatzes aus dem Hüftgelenk eines Kindes, 60 mal vergr.

pg. 1106) solche Gefässe wenigstens in den Markhöhlen für unzweifelhaft hält.

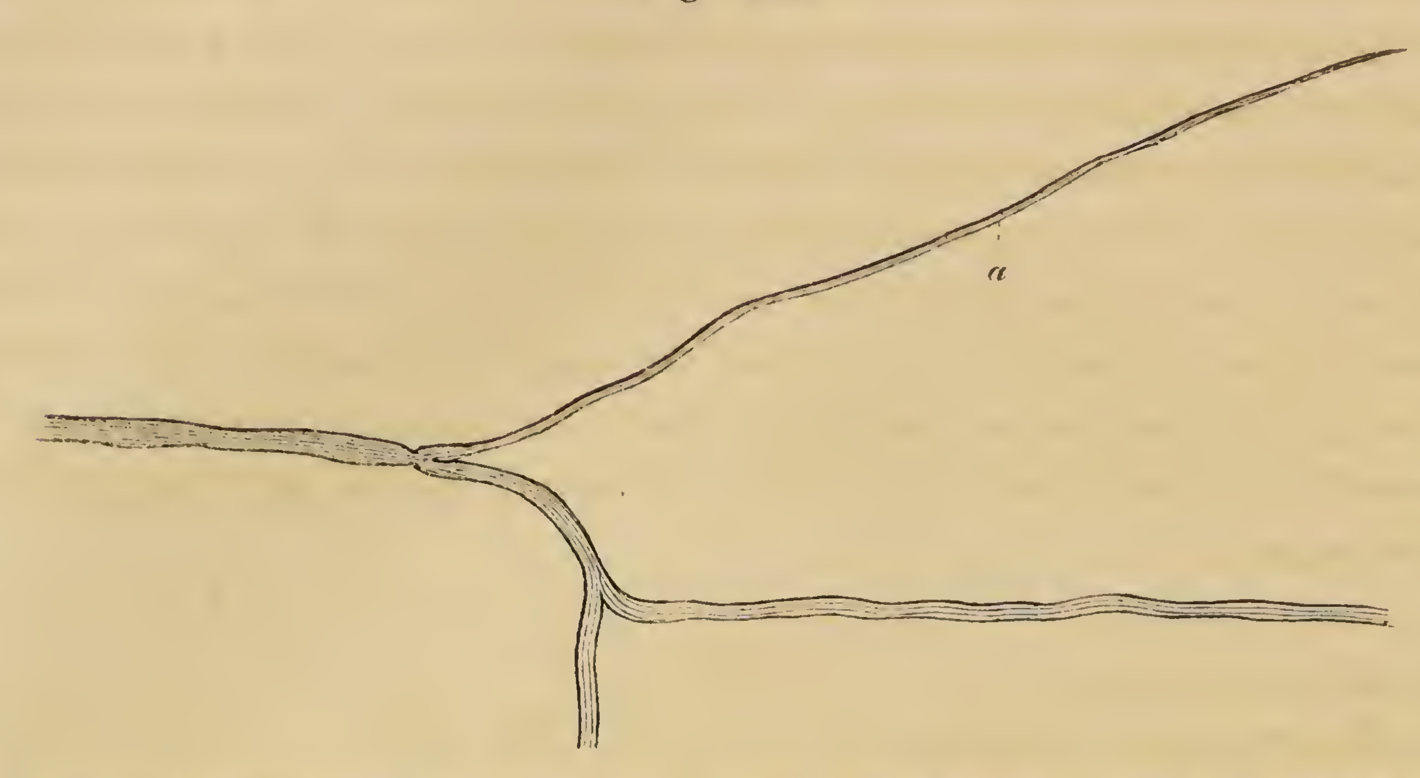
Die übrigen Theile des Knochensystems anlangend, so kann es sich nur darum handeln, ob das Periost und die Gelenkkapseln Lymphgefässe besitzen. In ersterem sind sie noch nicht beobachtet, dagegen werden sie in letzteren von mehreren Autoren, *Cruveilhier* z. B., angenommen. Freilich sind auch hier ihre Anfänge durchaus nicht nachgewiesen und mir wenigstens erscheint als sehr zweifelhaft, ob die Synovialhäute selbst solche Gefässe enthalten, dagegen möchte auch ich glauben, dass in dem lockern Bindegewebe um die Gelenkkapseln herum und zwischen demselben und dem Periost der Apophysen, namentlich am Knie, Lymphgefässe vorkommen.

§. 102.

Nerven des Knochensystems. Das Periost ist reich an Nerven, doch gehört der grössere Theil derselben nicht ihm selbst an, sondern den Knochen (siehe unten). Berücksichtigt man nur die eigentlichen Periostnerven, so zeigt sich, dass die Zahl derselben im Ganzen ziemlich spärlich ist, ja selbst dass *Pappenheim* (l. c.) Recht hat, wenn er sie gewissen Stellen gänzlich abspricht, wenigstens hat es mir nicht gelingen wollen, an der Innenfläche der *Arcus vertebrarum*, am Halse des Oberschenkels und unter gewissen Muskeln (*Glutaeus minimus*, *Musculi peronaei* z. B.) solche zu finden. Doch möchte es wohl keinen Knochen geben, an dem dieselben nicht an gewissen Stellen sich finden, denn ich sah wirkliche Beinhautnerven an allen grossen Röhrenknochen, an den platten Schädelknochen, an den Kiefern (besonders den Alveolen), am Schulterblatt und dem Hüftknochen, an den Wirbelkörpern und an einem Metatarsus. Die Nerven liegen in derselben Schicht wie die Gefässe, bald längs der grösseren Stämmchen, bald für sich und stammen wenigstens einem Theile nach von den grösseren Nerven der Knochen selbst. Ihre Zahl ist spärlich und ebenso ihre Verästelungen und Anastomosen, doch verbreiten sie sich nachweisbar über grosse Strecken. In den Stämmchen messen die Primitivfasern meist 0,002—0,004‴, erreichen jedoch nach und nach theils durch wirkliche Theilungen (Fig. 106), die ich ganz ausgezeichnet im Perioste der *Fossa infraspinata* und *iliaca* des Menschen, *J. N. Czermak* auch am Stirnbeine des Hundes, sah, theils durch allmälige Abnahme, den Durchmesser von 0,0012 — 0,0016‴. Wie diese Nerven enden, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Von Schlingen sah ich nichts, wohl aber in zwei Fällen freie Endigungen mit Spitzen, jedoch nicht so, dass ich fest behaupten möchte,

dass es wirklich solche waren. An den Gelenkenden mancher Knochen, so am Ellbogen, Knie, den Knöcheln, sah ich die Nerven reicher als sonst,

Fig. 106.



in dem gefässreichen Bindegewebe über dem eigentlichen Periost vielfach sich verästelnd und anastomosirend und vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend, doch kamen mir Theilungen der Primitivfasern und Endigungen hier nicht zu Gesicht.

Die Knochennerven, die vielleicht mit Ausnahme der *Ossicula auditus* und *Ossa sesamoidea* überall vorkommen, verhalten sich nicht in allen Knochen vollkommen gleich. In den grösseren langen Knochen dringen dieselben einmal mit den Ernährungsgefässen als ein oder, wo zwei *Foramina nutritia* da sind, zwei ziemlich bedeutende, von blossem Auge sichtbare Stämmchen direct in die Markhöhle ein und verbreiten sich hier, dem Laufe der Gefässe folgend, jedoch nicht immer an denselben anliegend, bis gegen die Apophysen zu im Mark, indem sie vielfach sich verästeln, jedoch, so viel ich wenigstens sah, nur wenige Anastomosen bilden. Zweitens besitzen alle diese Knochen, wie ich entgegen *Engel* finde, auch in den Apophysen viele feinere Nerven, welche mit den hier so reichlichen Blutgefässen direct in die schwammige Substanz sich begeben und im Marke sich verzweigen, und drittens endlich gehen selbst in die compacte Substanz der Diaphysen mit den feinen, in dieselbe eindringenden Arterien ganz zarte Fädchen ein, die wohl unzweifelhaft hier sich verbreiten, obwohl es mir noch nicht gelungen ist, sie mitten in der festen Substanz drin aufzufinden. Wie die grösseren verhalten sich auch die kleineren Röhrenknochen der

Fig. 106. Eine Nervenprimitivfaser aus dem Periost der *Fossa infraspinata* des Menschen mit doppelter gabelförmiger Theilung und einem fein auslaufenden Aestchen *a*. 350mal vergr.

Hand und des Fusses, nur dass ihre zahlreichen Nerven wegen der hier unentwickelten Markhöhle nicht so regelmässig in Apophysen- und Diaphysennerven sich scheiden.

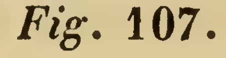
Von kurzen Knochen fand ich die Wirbel äusserst reich an Nerven, namentlich die Körper. Dieselben dringen sowohl von hinten im Begleit der hier liegenden Arterien und Venen (*Venae basivertebrales*) als auch vorn und seitlich mit den Gefässen ein und breiten sich im Marke der schwammigen Substanz aus. Auch im *Talus*, *Calcaneus, Os naviculare*, *cuboideum*, *cuneiforme I.* sah ich in den grösseren mehrere, in den kleineren wenigstens je ein Nervenfädchen; die Handwurzelknochen untersuchte ich noch nicht, zweifle jedoch nicht, dass auch sie Nerven besitzen.

Im Schulterblatt und Hüftbein sind die Nerven sehr zahlreich und zwar dringen dieselben vorzüglich an den oben bezeichneten Stellen mit den grösseren Gefässen theils in der Fläche, theils in der Gegend der Gelenkgruben ein. Auch im Brustbein und in den platten Schädelknochen gelingt der Nachweis der Nerven nicht schwer. Bei letzteren sah ich schon bei Neugebornen im *Os occipitis* und *parietale* Nerven durch die *Foramina emissaria*, die um diese Zeit auch eine Arterie enthalten, eindringen und bei Erwachsenen finden sich im Scheitelbein, Stirnbein, Hinterhauptsbein, obschon spärlich, doch hie und da mikroskopische Fädchen an den kleinen Arterien, die von aussen in die compacte Substanz eintreten, und wahrscheinlich bis in die *Diploe* dringen.

Aus diesen Beobachtungen, zusammengehalten mit den unten erwähnten früheren geht nun wohl der bedeutende Reichthum der Knochen an Nerven unzweifelhaft hervor, und es bleibt nur noch übrig, nach dem Ursprunge und der Endigung derselben zu fragen. Was ersteren anlangt, so sind, wie aus dem unten Bemerkten hervorgehen wird, mehrere Knochennerven schon von den Früheren zu Kopf- und Rückenmarksnerven verfolgt, wie die Diaphysennerven des Femur, der Tibia, des Humerus zu den *N. cruralis*, *tibialis*, *ischiadicus* und *perforans Casseri*, ebenso ein Stirnbeinnerv zum *N. supraorbitalis*, was ich wenigstens für die Tibianerven bestätigen kann, wogegen nur an Einem Orte die Abstammung eines solchen von einem Sacralganglion des Sympathicus beobachtet wurde, so dass es scheint, dass der Sympathicus nicht wesentlich bei der Abgabe derselben sich betheiligt. Diese Vermuthung wird auch in der That durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt, welche zeigt, dass der Bau der Knochennerven in den Stämmen und Endigungen ganz an die sensiblen Aeste der Rückenmarksnerven erinnert. So enthält z. B. der Diaphysennerv des Humerus im Stamme ⅓ Fasern von

0,005 — 0,006‴, ⅔ solche von 0,002 — 0,004‴, in den stärkeren Aesten vorwiegend Fasern von 0,002—0,003‴, aber auch noch solche bis 0,006‴ hinauf, in den feinsten Verzweigungen endlich nur Fasern von 0,0012 — 0,0016‴. Ebenso verhielten sich auch die grösseren Nerven der Scapula, des Femur und der Tibia. Die zarten Nerven der compacten Substanz der langen Knochen besassen Fädchen von 0,0016 — 0,002‴, dagegen ein Nervchen des Scheitelbeins von nur 0,012‴ Durchmesser lauter Fasern von 0,004 — 0,0052‴. Die stärkeren Nerven der Wirbel enthielten vorzüglich Fasern von 0,002 — 0,003‴, daneben einige bis zu 0,0048‴, während die Aestchen und feineren Stämmchen lauter solche von 0,0012 — 0,002‴ führten. Zweige des Sympathicus sind demnach auf jeden Fall die meisten Knochennerven nicht, ebensowenig, wie die des Periostes, die oft nachweisbar mit ihnen zusammenhängen und zu den Extremitätennerven sich verfolgen lassen, womit jedoch nicht in Abrede gestellt werden soll, dass dieselben viele feine Fasern enthalten und vielleicht hie und da solche aus dem Sympathicus beziehen.

Wie die Knochennerven enden, habe ich nicht gesehen, was denen leicht begreiflich sein wird, die die Schwierigkeit der Verfolgung derselben in der schwammigen Substanz oder im Marke kennen. Nur soviel


Fig. 107.



kann ich sagen, dass schliesslich von den Nerven im Marke feinste Aestchen aus etwas Neurilem und 1 — 2 feinen Fasern sich entwickeln (Fig. 107), was jedoch aus diesen wird, blieb mir verborgen.

Erwähnung verdient wohl auch noch, dass ich an zwei Orten an den Knochennerven vor ihrem Eintritte in Knochen Pacinische Körperchen fand, und zwar am Diaphysennerv der Tibia 2‴ vor seinem Eintritte in das *Foramen nutritium* ein Körperchen und zwei andere am grössten Nerven des *Metatarsus hallucis* ebenfalls in der Nähe seines Eintrittes. Von Ganglien an den Knochennerven vor ihrem Eindringen in die Kno-

Fig. 107. Nerven aus dem Mark des *Femur* des Menschen. *a.* Ein Stämmchen mit 4 dünnen Fasern, *b.* ein feinstes Aestchen mit einer Faser und einer homogen aussehenden kernhaltigen Hülle. 350mal vergr.

chen, wie sie *Gros* erwähnt und *Engel* im Perichondrium des Larynx gefunden, habe ich nichts gesehen.

In Betreff der Nerven der accessorischen Organe des Knochensystemes, so sind die Beobachtungen noch sehr mangelhaft. Die Bänder anlangend, so sah *Engel* (l. c.) keine Nerven in denselben, während *Pappenheim* (l. c.) in einem grossen Theile derjenigen des Menschen solche gefunden haben will und *Halbertsma* den *N. interosseus cruris* bis in die Syndesmose zwischen *Tibia* und *Fibula* hinein verfolgt zu haben glaubt. Ich habe in Bändern des Menschen (im *Ligamentum nuchae* des Ochsen fand ich einige feine, kleine Arterien begleitende Bündel von 0,004‴ mit feinen Fasern von 0,012 — 0,0015‴) noch keine Nerven gesehen, mit Ausnahme der *Membrana interossea cruris*, wenn man dieselbe hieher rechnen will, zweifle aber nicht, dass dieselben wie die Sehnen, insoweit sie Gefässe führen, auch einzelne spärliche Nerven enthalten. In der *Membrana interossea cruris* sah ich mehrere vom *Nervus interosseus* abstammende Fädchen, welche in der Membran selbst sich ausbreiteten und nicht dem Perioste der benachbarten Knochen angehörten. Dieselben verliefen der vorderen Fläche besagter Haut und der Perone näher, waren aus 1 — 3 Fasern von 0,003 — 0,004‴ gebildet und zeigten prächtige Verästelungen ihrer Primitivfasern, so dass in zwei Fällen aus Einer Faser von angegebener Grösse schliesslich 7 oder 8 von 0,0016 — 0,0024‴ wurden, welche dann allem Anscheine nach frei endeten. — Auch ein Nerv von 0,03‴, der mit einer Arterie in den faserigen äusseren Theil der Symphyse hinein ging, mag hier erwähnt werden. — Die menschlichen Knorpel sind beim Erwachsenen bestimmt nervenlos, ob auch während der Entwickelung der Knochen, so lange sie Gefässe führen, ist zweifelhaft. Ich sage dies desswegen, weil ich beim Kalb selbst in einem permanenten Knorpel, dem der Nasenscheidewand, in den Knorpelkanälen neben Gefässen (Arterien) sehr deutliche feine Nervenstämmchen von 0,006 — 0,01‴ mit Fasern von 0,0012 — 0,0016‴ sah (l. c.).

In den Gelenkkapseln finden sich, wie auch *Pappenheim* meldet (l. c. pg. 446) und übrigens längst bekannt ist, viele Nerven, doch gehören dieselben vorzugsweise den sogenannten fibrösen Kapseln und dem lockern Bindegewebe ausserhalb der Synovialhäute an. In den letztern selbst sind dieselben meines Wissens noch nicht beobachtet worden. Nach dem was ich beim Kniegelenke sah, kommen Nerven auch in der eigentlichen Synovialhaut, jedoch im Ganzen spärlich und noch am deutlichsten in den grossen Gefässfortsätzen vor. Ich fand hier in einem 3 □‴ grossen Gefässfortsatze neben einer Arterie von 0,033‴ einen Nerven von 0,008‴

mit feinen Fasern von 0,0008 — 0,002‴ und ausserdem noch ein Stämmchen von 0,007‴, an dessen Verästelung ich eine Theilung einer Nervenröhre sah. Ein zweiter sehr grosser Fortsatz enthielt sechs ebenfalls nur feine Fasern führende Nerven, die grössten von 0,04, 0,06 und 0,07‴, die in ihren Ramificationen sich schliesslich dem Blicke entzogen. Auch in der Synovialhaut selbst sah ich dicht an den *Condyli femoris* ziemlich zahlreiche, feinfaserige Nerven.

Die Nerven des Periostes sind zuerst von *Purkinje* beobachtet und dann von *Pappenheim*, *Halbertsma*, *Engel* und *Gros* weiter untersucht worden. *Purkinje* (*Jahrbücher der medicinischen Facultät der Krakauer Universität* 1839 pg. 49 und *Müll. Arch.* 1843 pg. 281 flgd., siehe auch *Physiologie des Rückenmarks mit Berücksichtigung seiner pathologischen Zustände von Dr. Benedict Schulz*, *Wien* 1842) fand im Periost des Wirbelkanals, sowohl da, wo dasselbe den Wirbelkörpern anliegt, als auch wo es die venösen Geflechte überzieht, überall reichliche Bündel dünnfaseriger Nerven, ebenso in der Beinhaut der vordern innern Fläche des Schienbeins. Auch seine Beobachtungen über Nerven der *Dura mater* des Gehirns, deren stärkste Aeste in der Nähe der vorderen, mittleren und hintern *Arteriae meningeae* verlaufen, können hieher gerechnet werden, da diese Nerven und Arterien vorzüglich in dem äussern Blatte der harten Haut, das dem Perioste des Wirbelkanales entspricht, vorkommen, und, abgesehen von dem, wie es scheint, mehr für die Knochen bestimmten *Nervus spinosus*, *Luschka* (siehe unten), vom Sympathicus stammen und mit den Gefässen verlaufen; dagegen ist der *Nervus tentorii cerebelli* (vom Quintus), der in der eigentlichen *Dura mater* verläuft und nach *Luschka* (l. c.) (der übrigens die von *Purkinje* an den kleineren *Arteriae meningeae* beschriebenen Nerven nicht fand (pg. 5)) den grossen Blutleitern angehört, nicht hierher zu zählen. *Pappenheim* (*Müll. Arch.* 1843 pg. 441), der die Schädelknochen nicht in den Kreis seiner Untersuchung zog, konnte in den Insertionsstellen der Sehnen an Knochen und in dem zarten, von Muskelursprüngen bedeckten Perioste keine Nerven finden, wohl aber in der von ihm sogenannten selbständigen Beinhaut, an der die Muskeln u. s. w. nur anliegen. Hier zeigten sich an den Diaphysen die Nerven an der äussern Oberfläche der einschichtigen Beinhaut, gegen die Apophysen zu und an diesen selbst befanden sie sich dagegen in einer äussern mit dem Perioste verbundenen, aus Bindegewebe, elastischem Gewebe und aus Blutgefässen bestehenden Schicht. Sie bilden nach ihm Netze, und enden an der Grenze gegen das Perichondrium mit Schlingen; ihre Stämme finden sich meist in der Nähe der Arterien und auf diesen selbst und lassen sich zu Muskel- und Hautnerven verfolgen. Ob einige von ihnen vielleicht direct aus dem Sympathicus kommen und in ihrem Verlaufe sich nur den Gefässen anschliessen, wurde nicht ermittelt, doch hält *Pappenheim* es nicht für unwahrscheinlich. Der Structur nach gehörten die von ihm beobachteten Fasern theils zu den feinen, theils zu den dicken. Auch *Halbertsma* (*Müll. Arch.* 1847. pg. 304) sah Nerven im Perioste der Tibia und Fibula, die vom *Nervus tibialis* durch den *Nervus*

interosseus in der *Membrana interossea* des Unterschenkels herstammten, verfolgte jedoch deren feinere Ausbreitung nicht und giebt nur so viel an, dass feinere Nervenfasern in grösster Anzahl in ihnen vorhanden waren, jedoch auch dicke nicht mangelten. Endlich haben noch *Engel* (*Zeitschrift der Wiener Aerzte*. 4. Jahrg. Bd. 1. pg. 312 flg.) und *Gros* (*Comptes rendus T. XXIII* pg. 1006.) zahlreiche Nerven im Perioste gesehen. Ersterer fand auch Nerven im Perichondrium, im Allgemeinen spärlicher als in der Beinhaut, am meisten an der Epiglottis, den Rippenknorpeln, etwas weniger innen an der Knorpelhaut des Schildknorpels und aussen an der der Trachea. Auch in der fibrösen Auskleidung der Zahnhöhlen sah *Engel* viele Nerven.

Die Nerven der Knochen werden schon von älteren Anatomen erwähnt, wie von *Duverney*, *Verheyen, Monro*, *Bertin;* ja *Wrisberg* (*De nervis arterias venasque comitantibus* in *Ludwig script. neurol. min. III* pg. 30) untersuchte einige feine vom *Nervus vidianus* ins Keilbein verfolgte Nervenfäden selbst mikroskopisch. Auch *Murray* (*Ludwig Script. neurol. min. IV*) sah Nervenfädchen mit Arterien in das *Os occipitis* und die *Ala magna* eingehen und ebenso mit den *Vasa nutritia* in den Humerus und Femur, ebenso *Klint*, Schüler *Wrisbergs* (*De nervis brachii, Göttingae* 1784), der den Nerven des Humerus bis zum *Perforans Casseri* zurück verfolgte. Seit dieser Zeit sind die Knochennerven auch von *Mascagni, Lucae*, *Göring*, *Cruveilhier* (siehe bei *Beck* l. i. c. pg. 10, 17) gesehen, jedoch erst in neuester Zeit von *Kobelt*, *Pappenheim*, *Gros*, *Beck*, *Engel*, *Halbertsma*, *Luschka* und mir genauer und zum Theil auch mikroskopisch untersucht worden. *Kobelt*, der seine Beobachtungen der Naturforscherversammlung in Freiburg (1838) und Pyrmont (1839) mittheilte, sah, laut einem Berichte in *Arnold's* Anatomie (I pg. 245) und bei *Beck* (l. i. c. pg. 11) Nerven in vielen Knochen, so im Stirnbein einen Ast des *Supraorbitalis,* andere in der *Ala magna*, im Schläfenbein, Oberkiefer, Wangenbein, im *Os ilium*, in der Tibia des Kalbes (vom *Nervus tibialis posticus*), im Keilbeinkörper (vom *Canalis vidianus* aus), im *Os sacrum* (von einem Sacralganglion des Sympathicus) und reichliche Fäden in den Wirbelkörpern. *Pappenheim* l. c. fand an den Arterien, die zur *Clavicula* und anderen Knochen gehen, Nerven von der Structur der Zweige des Sympathicus, die in dem Marke sich verzweigen und enden, jedoch sparsam vorkommen und selbst nach Essigsäurezusatz kaum von blossem Auge zu sehen sind. *Gros* (l. c.), *Halbertsma* (l. c.) und *Beck* (*Anatom.-physiol. Abhandlung über einige in Knochen verlaufende und an der Markhaut sich verzweigende Nerven*, *Freiburg* 1846) untersuchten die Nerven der grossen Röhrenknochen. Ersterer sah dieselben im Femur des Pferdes, des Ochsen und Menschen vom *Ischiadicus* und *Cruralis* aus durch die *Foramina nutritia* eingehen und im Marke bis in die Apophysen sich ausbreiten; beim Pferd sollen unmittelbar am *Foramen nutritium* ein oder einige kleine Ganglien und beim Ochsen hie und da ein „*Plexus ganglionaire*" sich finden. *Halbertsma* sah in der Tibia und *Beck* im Oberarm, Radius und Ulna des Menschen je ein Aestchen, in den letzteren oft nur von $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{60}'''$, mit den Ernährungsgefässen eindringen und im Marke sich ausbreiten; im Femur traf

Beck meist zwei mit den oberen und unteren *Vasa nutritia*. Diese Nerven stammten bei der Tibia vom *N. tibialis*, beim Humerus vom *Musculocutaneus*, beim Femur der obere vom *Nervus cruralis* von einem Aestchen, das die Cruralgefässe begleitet (*Nerf de la gaine des vaisseaux femoraux Cruveilhier*), der untere beim Dromedar vom *Ischiadicus*. Engel (l. c. pg. 313) verfolgte die Nerven in die Diaphysen der Röhrenknochen (in den Apophysen sah er keine), ferner in die grösseren spongiösen Knochen des Tarsus, dagegen gelang ihm die Nachweisung derselben nicht in den Handwurzelknochen und in den Röhrenknochen von Hand und Fuss. Luschka endlich (*Die Nerven in der harten Hirnhaut; mit* 3 *Tafeln*, *Tübingen* 1850) sah beim Menschen mehrere Aeste des *Nervus spinosus* (so nennt derselbe den die *Arteria meningea media* begleitenden, aus dem 3. Aste des Trigeminus stammenden, und hie und da den Ohrknoten durchsetzenden Nerven) in die Knochen treten, so einige Fädchen in die Zitzenzellen, andere in den grossen Flügel des Keilbeines. Beim Kalbe fand er sehr deutliche Nerven aus dem ersten und dritten Aste des Quintus, die in den grossen Flügel und zum Theil ins Scheitelbein bis gegen die Lambdanath sich verfolgen liessen.

Ich gebe hier die Durchmesser einiger Knochennerven des Menschen: *Femur* erster Diaphysennerv 0,12‴, zweiter 0,12‴, zwei Apophysennerven 0,024‴ und 0,020‴; *Tibia* Diaphysennerv 0,160‴, zwei Nerven der *Substantia compacta* 0,012‴ und 0,008‴ an Arterien von 0,054‴ und 0,028‴; *Fibula* Diaphysennerv 0,060‴; *Humerus* Diaphysennerv 0,070‴, ein Apophysennerv 0,006‴; *Metatarsus hallucis* zwei Diaphysennerven 0,060‴ und 0,030‴, 3 Apophysennerven 0,020‴, 0,040‴, 0,050‴; *Phalanx I hallucis* Diaphysennerv 0,010‴; *Os naviculare tarsi* ein Nerv von 0,02‴; *Os ilei* 3 Nerven der grösseren *Foramina nutritia* 0,010‴, 0,062‴, 0,01‴; *Scapula* zwei solche 0,036‴, 0,014‴; *Vertebra lumbaris I* vorn am Körper zwei Nerven von 0,018‴, 0,016‴ an Arterien von 0,072‴ und 0,1‴, ausserdem noch Nerven von 0,03‴, 0,05‴, 0,06‴; hinten neben den *Venae basivertebrales* und sie begleitenden Arterien Nerven von 0,036‴, 0,034‴, 0,028‴, ausserdem noch zwei nicht gemessene Fädchen; *Os parietale* ein Nerv von 0,012‴, an einer Arterie von 0,032‴; *Os occipitis* eines Neugebornen ein Nerv von 0,02‴ mit einer Arterie von 0,07‴ und einer Vene von 0,16‴ im *Emissarium occipitale* (an der *Protuberantia externa*).

§. 103.

Entwicklung der Knochen. Die Knochen zerfallen in Betreff ihrer Entwicklung in zwei Gruppen, in knorpelig vorgebildete (primäre Knochen) und in solche, die in einem weichen Blastema von einem kleinen Anfange aus sich gestalten (secundäre Knochen). Erstere sind schon in ihrem Knorpelzustande mit allen ihren wesentlichen Theilen (Diaphysen und Apophysen, Körper, Bogen und Fortsätze u. s. w.) versehen, entstehen in ihrer Knorpelanlage wie andere Knorpel und wachsen auch wie diese mehr oder weniger fort. Dann

verknöchern sie (beim Menschen alle) von innen heraus, wandeln einen Theil des Knorpels vollständig in Knochen um, so dass dessen Perichondrium zum Perioste wird und erreichen von diesem Zeitraume an ihre endliche Gestalt theils auf Kosten des mit ihnen fortwuchernden und successive verknöchernden Knorpelrestes, theils durch weiches ossificirendes Blastem, das Schicht für Schicht an der Innenfläche des Periostes sich ablagert. Die zweite Gruppe von Knochen bildet sich aus einer ganz beschränkten weichen, nicht knorpeligen Anlage hervor und wächst auf Kosten derselben, die zuerst nur an ihren Rändern und bald auch an ihren Flächen sich immerfort neu entwickelt, weiter. Haben diese Knochen eine bestimmte Grösse erreicht, so kann das Blastem, aus dem sie bisher sich vergrössert, theilweise verknorpeln und dieser Knorpel in dasselbe Verhältniss zu ihnen treten, wie bei anderen Knochen, immer aber bleibt der grösste Theil ihrer Bildungsmasse weich und geht die Hauptmasse des Knochens, ohne jemals knorpelig gewesen zu sein, aus demselben hervor.

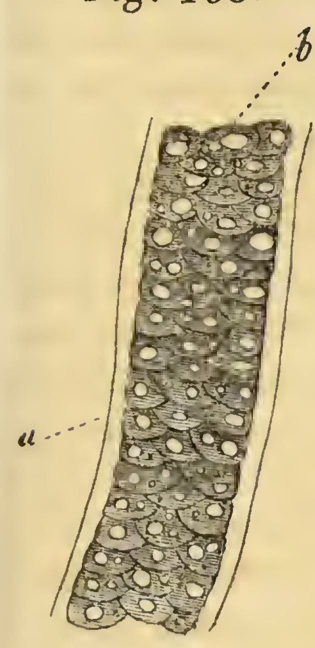
§. 104.

Das ursprüngliche Knorpelskelett des menschlichen Körpers ist zwar weniger vollständig als das spätere knöcherne, allein immerhin ausgedehnt genug. Wir finden als Theile desselben 1) eine vollständige Wirbelsäule mit ebenso viel knorpeligen Wirbeln als später knöcherne auftreten, mit knorpeligen Fortsätzen und mit Zwischenwirbelbändern, 2) knorpelige Rippen und ein knorpeliges, nicht gegliedertes Brustbein, 3) ganz knorpelige Extremitäten mit ebenso vielen und äusserlich ähnlich gestalteten Stücken als später Knochen da sind, mit einziger Ausnahme der Beckenknorpel, die eine einzige Masse ausmachen, 4) endlich einen unvollständigen knorpeligen Schädel. Dieses sogenannte Primordialcranium (Tab. III fig. 1—3) bildet ursprünglich eine zusammenhängende Knorpelmasse, entspricht grösstentheils dem Hinterhauptsbein (mit Ausnahme der obern Hälfte der Schuppe), dem Keilbein (mit Ausnahme der *Lamina externa* des *Processus pterygoideus)*, dem Zitzen- und Felsentheil des Schläfenbeines, dem Siebbein, der untern Muschel, den Gehörknöchelchen und dem Zungenbein, enthält aber auch einige Knorpelpartieen, die nie verknöchern und entweder zeitlebens in diesem Zustande verharren, wie die meisten Knorpel der Nase, die Knorpelansätze am Zungenbein, oder später verschwinden, wie vor allem der Meckelsche Fortsatz, zwei Knorpellamellen unter den Nasenbeinen, ein Knorpelstreif, der den Griffelfortsatz mit dem Zungenbein verbindet und zwei andere, von denen der eine von dem äussern Theile der *Ala parva* seit-

lich zur *Lamina cribrosa* geht, der andere von der knorpeligen *Pars mastoidea* und *petrosa* nach oben und vorn sich erstreckt. Mithin fehlen dem knorpeligen *Cranium* des Menschen vollständig das Schädeldach und fast ganz die Seitentheile, ferner fast Alles, was später von den Gesichtsknochen eingenommen wird, doch sind wenigstens am eigentlichen Schädel die nicht von Knorpel gebildeten Stellen durch eine faserige Membran verschlossen, die nichts anderes als eine Weiterentwickelung der ursprünglichen weichen Schädelkapsel ist, so dass mithin der Schädel um diese Zeit, wenn auch nur zum Theil knorpelig, doch ebenso vollständig ist wie früher und immer noch seiner anfänglichen weichen Anlage entspricht. Bei Säugethieren, wie z. B. beim Schwein, kommen viel vollständigere knorpelige Schädel vor (Tab. III. fig. 4 und 5).

Die vollständige Entwicklung des ursprünglichen Knorpels in histiologischer Beziehung ist weder beim Menschen, noch bei den Säugethieren genau Schritt für Schritt verfolgt und es bleibt daher vorläufig, wenn man ein einigermassen genügendes Bild derselben zu haben wünscht, nichts anderes übrig, als sich einem guten Theile nach an die niederen Wirbelthiere zu halten, was auch im Folgenden unter besonderer Berücksichtigung der nackten Amphibien, die ich in dieser Beziehung am besten kenne, geschehen soll. Die ossificirenden Knorpel zerfallen beim Menschen wie bei den Wirbelthieren vorzüglich in zwei Gruppen, in die des Stammes und Kopfes und in die der Extremitäten, von denen die ersteren einem guten Theile nach in inniger Beziehung zu einem eigenthümlichen Knorpelgebilde, der *Chorda dorsalis*, die letzteren einfach für sich in den Anlagen der übrigen Weichtheile sich entwickeln.

Die *Chorda dorsalis*, Rückensaite, ist ganz entwickelt ein cylindrischer, vorn abgerundeter und hinten zugespitzter knorpelartiger Streifen, der bei ganz jungen Embryonen in der Gegend der spätern Wirbelkörper und Schädelbasis vom Kopf bis zum hintern Leibesende sich erstreckt und eine ungegliederte festere Körperaxe derselben bildet. Derselbe besteht beim Menschen und bei Säugethieren wie bei den übrigen Wirbelthieren aus einer äussern, verhältnissmässig dicken, festen, structurlosen Hülle, der eigentlichen Scheide der *Chorda* und aus blassen kernhaltigen Zellen, mit zarten aber resistenten Membranen, die, ohne nachweisbare Zwischensubstanz und fest miteinander verbunden, das Innere der Scheide erfüllen. Wie diese Zellen, die, wenn auch von den Elementen der späteren Knorpel in manchem abweichend und wenigstens bei erwachsenen Karpfen in ihren die Wirbelfacetten erfüllenden Resten weder Chondrin noch Leim gebend (*J. Müller*), doch im Wesentlichen mit denselben übereinstimmen, bei Säugethieren und beim Menschen sich entwickeln, ist noch nicht untersucht, kennt man doch selbst den Bau der fertigen *Chorda* hier noch kaum. Ich finde bei einem Schafembryo von 6‴ Länge die *Chorda* am Halse 0,029‴ breit, wovon 0,0032‴ auf die Scheide jederseits, 0,0226‴ auf die eingeschlossenen Zellen kommen. Diese letzteren waren 0,0050 — 0,0075‴ gross, nicht besonders deutlich und auf dem scheinbaren Längsschnitt in drei, je-



doch nicht gerade regelmässige Reihen angeordnet. Kerne sah ich nicht in ihnen, sondern nur einen homogenen, gelblichen, offenbar zähen Inhalt, in dem grössere oder kleine helle Flüssigkeitstropfen zu einem oder mehreren sich fanden, die dem Ganzen ein eigenthümliches Ansehen gaben. Bei einem menschlichen Embryo aus der 8. oder 9. Woche mass die *Chorda* am Rücken 0,016 — 0,020‴, am Halse bis 0,024‴, hatte ein gelbliches Ansehen, eine structurlose Scheide von 0,0012‴ und rundliche kernhaltige Zellen von 0,004 — 0,006‴. Nach dem zweiten Monate schwindet die *Chorda*, doch glaube ich noch bei 5monatlichen Embryonen mitten in jedem Zwischenwirbelband einen kleinen Rest derselben in Gestalt einer kugeligen, undeutlich zelligenMasse mit dicken gelblichen Contouren gesehen zu haben. — Bessere Auskunft kann ich über die *Chorda* der Batrachierlarven geben, die entwickelt wie bei Säugethieren beschaffen ist, nur eine dünnere Scheide und viel grössere, mit einem wasserhellen Inhalt erfüllte, deutlich kernhaltige Zellen besitzt. Dieselbe hat beim Frosch z. B. anfänglich keine Scheide und ist nichts als ein am dicksten Orte 0,096‴ breiter Strang gewöhnlicher Bildungszellen (Embryonalzellen mancher Autoren) von 0,012‴, wie sie in allen Organen junger Larven sich finden, d. h. rundlicheckiger Zellen, mit verdeckten Kernen und von den bekannten eckigen Dotterkörpern ganz erfüllt. Da diese Bildungszellen, wie jetzt wohl von Niemand mehr bezweifelt wird, die unmittelbaren Nachkommen der Furchungskugeln dieser Thiere sind, so ergibt sich einfach, dass ein Theil der aus der Furchung hervorgegangenen Zellen, in der Leibesaxe unmittelbar unter dem centralen Nervensystem linienförmig aneinandergereiht, den Uranfang der *Chorda* bildet. Im weitern Verlauf werden die Zellen der *Chorda* zuerst in der Richtung des Querdurchmessers und dann auch im Längendurchmesser grösser und legen sich fest aneinander, wodurch ihre Contouren minder deutlich werden; dann beginnen ihre Dotterkörperchen von Innen her zu schwinden, so dass zuerst um die nun deutlich sichtbar werdenden Kerne helle Höfe sich bilden, die nach und nach immer weiter nach aussen greifen, bis am Ende nur noch an der Peripherie der Zellen unmittelbar an der Zellmembran eine Schicht verkleinerter Dotterkörperchen sich findet. Endlich verflüssigen sich auch diese und die nun ganz hell gewordenen Zellen wachsen so lange fort, bis sie die Gestalt von länglich runden, eiförmigen oder kugelrunden, immer noch quer stehenden 0,02 — 0,03‴ grossen Zellen mit blassen, aber deutlichen Kernen und 1—2 Kernkörperchen erreicht haben. Während dieser Vorgänge entsteht auch die Scheide. Bei Embryonen mit fast geschlossener Rückenfurche und beginnender Abschnürung zwischen Kopf und Leib ist von derselben noch keine Spur vorhanden, wohl aber zeigen sich ihre ersten Andeutungen, sobald die Rückenwülste sich vereinigt haben und auch der Schwanz sich zu entwickeln beginnt, in Gestalt eines ganz zarten Saumes, der die Chordazellen

Fig. 108. Stück der *Chorda dorsalis* eines 6‴ langen Schaafembryo. *a*. Scheide derselben; *b*. Zellen mit hellen blasigen Räumen.

äusserlich umfasst. Sind einmal die äusseren Kiemen da, so ist auch die Scheide der Chorda ganz deutlich und erreicht zugleich mit der um dieselbe Zeit beginnenden Verflüssigung der Körner der Zellen und dem endlichen Wachsthume derselben bald ihre volle Ausbildung. Demzufolge ist die Scheide kaum etwas anderes als ein Ausscheidungsproduct der ursprünglichen Chordazellen, das um dieselbe Zeit, wo dieselben sich im Innern zu verflüssigen beginnen, nach aussen tritt, und hier erhärtet, ein Vorgang für den im Pflanzen- wie im Thierreiche viele Analoga sich auffinden liessen. Das Wachsthum der Chorda, das vorzüglich ein Längenwachsthum ist, kommt auf Rechnung zweier Momente. Einmal vergrössert sich dieselbe durch Ausdehnung ihrer ursprünglichen Zellen, welche nachweisbar am Kopfe beginnt und von da rückwärts fortschreitet und zweitens setzen sich, so lange die Kaulquappen wachsen, an ihrem hintern Ende aus einem hier aufgespeicherten Material von kleinen Bildungszellen fortwährend neue Zellen an, um successive und zwar ebenfalls von vorn nach hinten dieselben Veränderungen wie die ersten Chordalzellen durchzumachen, und dies erklärt uns die Verlängerung der Chorda in den bei ihrem Entstehen kaum angedeuteten Schwanz hinein; dagegen ist von einer endogenen Zellenbildung zu keiner Zeit an der Chorda eine Spur zu sehen. — Fassen wir zusammen, so ist die Chorda anfänglich ein Streifen weicher Bildungszellen und umgibt sich erst secundär, während diese Zellen zu einer Art Knorpelsubstanz sich metamorphosiren, mit einer von diesen ausgeschiedenen Hülle. Einmal gebildet wächst die Chorda durch Ansatz neuer Bildungszellen an ihrem hinteren Ende und dehnt sich von vorn nach hinten durch die Thätigkeit ihrer Zellen aus.

Aussen an der Chorda, jedoch nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit ihr, entstehen selbständig die knorpeligen Anlagen des Rumpf- und Kopfskelettes. Es würde zu weit führen, wenn ich auf das mehr Morphologische dieses Gegenstandes eingehen wollte und ich verweise daher auf die bekannten Werke über Entwicklungsgeschichte, namentlich die von *Rathke*, *Reichert*, *Vogt*, *Remak*, mit folgenden mehr histiologischen Andeutungen mich begnügend. Es ist sicher, dass bei höheren Thieren kein Theil der Wirbel und des Schädels aus der Chorda selbst sich entwickelt, vielmehr alle diese Gebilde ausserhalb derselben aus einem weichen, hier befindlichen Bildungsmaterial entstehen. Dasselbe (äussere Scheide der Chorda nach *Rathke*) stellt bei den Wirbeln in Gestalt einer doppelten Reihe seitlich an der Chorda gelegenen Streifen den innersten Theil der bekannten sogenannten Wirbelplättchen oder der Uranlagen des Wirbelsystemes (die Weichtheile mit eingeschlossen) dar, und aus diesen entwickeln sich dann zuerst weiche Wirbelanlagen, welche die Chorda und das Rückenmark ringförmig umfassen (Spinalplatten) und auch an gewissen Stellen zur Umschliessung der Eingeweide nach der vordern Mittellinie sich fortsetzen (Visceralplatten). Dann verknorpelt von gewissen Stellen (den Wirbelkörpern) aus die weiche oder häutige Wirbelanlage unter allmäliger Verdrängung der Chorda mehr oder weniger und es entsteht der knorpelige Wirbel mit seinen Fortsätzen und Anhängen. Der Schädel bildet sich nicht aus gesonderten wirbelartigen Stückchen, sondern aus zwei längeren Bildungsplatten hervor, die neben dem vordern Ende der Chorda, die nach

Reichert anfänglich bis zur Stirngegend sich erstreckt, liegen und, nachdem sie sich vereint und die Chorda eingeschlossen haben, einerseits nach oben zur Umschliessung des Gehirns, anderseits als Visceralplatten des Kopfes nach unten wachsen. So entstehen eine vollkommene häutige oder besser weiche Schädelkapsel und die weichen Anlagen des Gesichtsskelettes, die dann von der Schädelbasis aus mehr oder weniger verknorpeln und den sogenannten Primordialschädel bilden. — Untersucht man bei Batrachierlarven die Bildung der angegebenen Knorpel, so zeigt sich leicht, dass sie ohne Ausnahme an der Wirbelsäule und am Kopfe im noch weichen Zustande aus denselben Bildungszellen mit Dotterkörperchen bestehen wie alle anderen Organe. So trifft man dieselben vor der Entwicklung der äussern Kiemen in Gestalt von 0,007 — 0,009''' grossen, dicht beisammen liegenden kugelrunden Zellen mit Kernen von 0,0045 — 0,006''' und voll von den bekannten Dotterkörperchen; später, wenn die Kiemen einmal da sind, beginnt der körnige Inhalt der Zellen von innen nach aussen zu schwinden, während die Kerne deutlicher werden und in einem hellen Fluidum drin liegen, zugleich vergrössern sich die Zellen langsam. Wenn die äusseren Kiemen vergehen, so sind schon alle Knorpelzellen ganz hell mit deutlichen Kernen und Wandungen, und nun wachsen dieselben nach und nach bis zu 0,018 — 0,024''', die Kerne bis zu 0,006 und 0,007''' heran, werden durch gegenseitigen Druck polygonal und bilden eines der zierlichsten Zellengewebe. Jetzt beginnen dieselben auch durch endogene Zellenbildung um Inhaltsportionen (*Nägeli*), so dass je in einer Zelle um zwei aus dem anfänglichen Kerne hervorgegangene Kerne zwei sie ganz erfüllende Tochterzellen entstehen, sich zu vermehren, wobei sie, obschon ganz langsam, namentlich in gewissen Kopfknorpeln, wieder an Grösse abnehmen, so dass sie 0,013 — 0,018''', an einigen Orten nur 0,006 — 0,013''' messen, während zwischen ihnen, vorzüglich aus den verschmelzenden Wandungen der verschiedenen Generationen von Zellen, eine dickere Zwischensubstanz sich bildet. Die späteren Zustände dieser Knorpel bis zur Ossification habe ich nicht verfolgt, doch scheint mir schon der durch das Mitgetheilte gelieferte Nachweis, dass die aus dem Furchungsprocesse hervorgegangenen Bildungszellen direct in die Knorpel der Wirbelsäule und des Schädels sich umwandeln, interessant genug.

Bei den Knorpeln der Extremitäten, die bei Amphibien wie bei allen Thieren aus einem secundären Blasteme mitten in den Anlagen der Glieder sich entwickeln, lässt sich dieser Nachweis nicht so sicher geben, da die Zellen der Extremitäten zur Zeit, wo die Knorpel in ihnen sichtbar werden, keine der ursprünglichen Dotterkörperchen enthalten. Man sieht hier nur so viel: 1) dass die Extremitäten in ihrem Innern gerade wie in ihren äusseren Theilen anfänglich ganz aus gleichmässigen rundlichen Bildungszellen bestehen, welche, da um diese Zeit noch keine freie Zellenbildung vorkömmt, alle als Abkömmlinge der ersten Embryonalzellen betrachtet werden müssen; 2) dass die centralen Zellen der Extremitätenanlagen in ihrer Entwicklung den äusseren voraneilen, grösser werden und zu hellen Knorpelzellen mit leicht verdickten Membranen und ohne Zwischensubstanz sich gestalten; 3) endlich, dass dieser Process successive vom Centrum nach der Peripherie, d. h. im Oberarm z. B. vor dem Vorderarm, in diesem vor

der Handwurzel u. s. w. stattfindet und in jedem einzelnen Knochen in der Mitte oder im Mittelstück (Diaphyse) beginnt und nach der Oberfläche und den Gelenkenden fortschreitet.

Was nun die Säugethiere und den Menschen anlangt, so liegen keine Beobachtungen über die erste Entwicklung ihrer Knorpel vor und es kann daher nur vermuthungsweise angegeben werden, dass auch hier dieselben durch Modificationen der ursprünglichen Bildungszellen sich hervorbilden. Für diese Annahme spricht, dass in einem 8 — 9 Wochen alten menschlichen Embryo, dessen äussere Extremitäten sich eben hervorbildeten, in denselben fast noch keine Spur von einem geformten Knorpel vorhanden war, und die innersten Zellen der Extremitätenanlagen von den äusseren kaum sich unterschieden. Dieselben waren 0,004 — 0,006''' gross, kugelrund, mit graulichem granulirtem Inhalt und minder deutlichen Kernen von 0,003''' und bildeten ohne nachweisbare Zwischensubstanz ein wenig festes Gewebe. Schon etwas weiter waren die entsprechenden Zellen bei einem 6—7''' langen Schafembryo, obschon er kleiner war als die erwähnte menschliche Frucht. Hier nämlich (Fig. 109) maassen dieselben schon grössten Theils 0,006 — 0,01''', hatten deutliche Wandungen, Kerne und einen wasserhellen, nur leicht granulirten Inhalt und lagen in einer spärlichen homogenen Zwischensubstanz, so dass sie sich nur noch zum Theil oder selbst gar nicht berührten. Einige wenige Zellen nur waren in ihrem Innern noch ganz trüb, ohne sichtbaren Kern, andere im Beginn der Aufhellung durch Metamorphose ihres Contentum. Die weitere Entwickelung des Knorpels bis ans Ende des fötalen Lebens zeigt, abgesehen von der Verknöcherung, das Eigenthümliche 1) dass die Zellen gerade wie bei Batrachierlarven durch endogene Zellenbildung stätig sich vermehren, während, gerade wie bei diesen, von einer Entstehung von Zellen, unabhängig von den schon vorhandenen, keine Spur zu sehen ist und 2) dass die Zwischensubstanz, die hier offenbar grössten Theils unabhängig von den Zellenmembranen sich bildet, immer mehr zunimmt. Die Zellen anlangend, so sind dieselben nach *Harting* (pag. 77) in dem zweiten Rippenknorpel im 4monatlichen Fötus 0,0036''' lang, 0,0023''' breit, und entspricht ihre Gesammtmasse so ziemlich derjenigen der Zwischensubstanz; bei Schweineembryonen von 3½'' Länge ist nach *Schwann* (pg. 114) der von den kernhaltigen, hellen, dünnwandigen Zellen eingenommene Raum 3mal grösser als der der Zwischensubstanz; ich selbst finde die Knorpelzellen bei einem 5monatlichen menschlichen Embryo 0,003 — 0,008''' gross mit und ohne Tochterzellen, zum Theil mit deutlichen Wänden, zum Theil ohne solche und durch Zwischenräume einer ganz homogenen Substanz von 0,002 — 0,005''' von einander getrennt. Bei Neugebornen messen sie nach *Harting* $0^{mm},032$ —

Fig. 109.

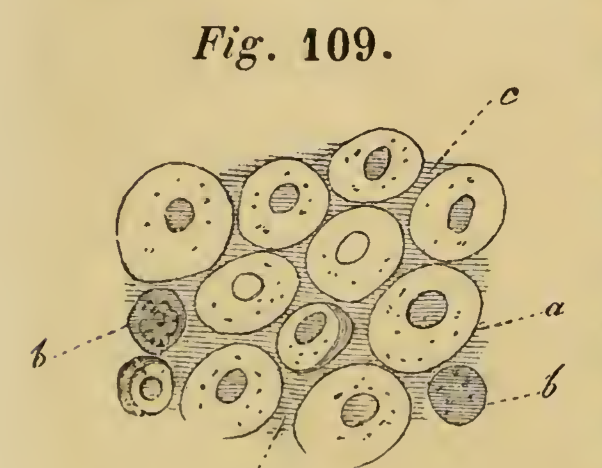


Fig. 109. Knorpelzellen aus dem *Humerus* eines 6''' langen Schafembryo. *a.* Zellen mit Kern und hellem Inhalt (zwei Zellen haben noch Reste des früheren dicken Contentum); *b.* Zellen mit consistentem Inhalt ohne sichtbaren Kern; *c.* Intercellularsubstanz.

$0^{mm},028$ in der Länge, $0^{mm},0072$ in der Breite, sind 3—4 mal so zahlreich als bei 4monatlichen Fötus, stehen dagegen jetzt an Masse der Zwischensubstanz bedeutend nach, welche mehr als das Doppelte derjenigen der Zellen ausmacht. Nach der Geburt wachsen in den nicht ossificirenden Knorpeln die Zwischensubstanz und die Zellen ziemlich gleichmässig fort, so dass ihr Verhältniss beim Erwachsenen ungefähr dasselbe ist wie beim Neugebornen. Die Zellen sind beim Erwachsenen 8 — 12 mal grösser als beim Neugebornen (*Harting*), doch sollen dieselben nach ihm jetzt an Zahl abnehmen, so dass sie nur noch ungefähr die Hälfte von derjenigen beim Kinde betragen, was durch eine Verschmelzung der Zellen erklärt wird. Mir scheinen die von *Harting* mitgetheilten Zahlen (pg. 77) nicht hinreichend, um den angegebenen Satz zu begründen, und wenn auch derselbe feststände, könnte ich doch nicht mit der gegebenen Erklärung übereinstimmen, indem mir für die Annahme einer Verschmelzung von Knorpelzellen auch nicht Eine Thatsache zu sprechen scheint.

Meine angeführten Beobachtungen über die Bildung der Chorda und der ersten Knorpelzellen sind nicht im Einklang mit denen von *Prévost* und *Lebert* (*Annal. des sc. natur.* 1844, I pg. 204), *Vogt* (*Entwickl. des Alytes obstetricans, Soloth.* 1841 und *Annal. des sc. nat.* 1844, II pg. 47) und *Kramer* (*Müll. Arch.* 1848) bei Fischen und Amphibien, welche alle diese Zellen nicht von den ersten Bildungszellen ableiten, sondern für secundäre Bildungen halten. Ich muss jedoch auf der schon früher (*Ann. d. sc. nat.* 1846) gegebenen Darstellung beharren, für welche auch die meist übereinstimmenden Beobachtungen von *Tomes* (l. c.), *Rathke* (l. c.) und *Reichert* (*Bindegewebe* St. 120) beim Hühnchen sprechen und bin überzeugt, dass eine genaue Untersuchung die Richtigkeit derselben zeigen wird. Von freier Zellenbildung kommt in Knorpeln nichts vor, ebensowenig sah ich eine Zellenbildung an der Innenfläche des Perichondrium, die *Schwann* und *Bruns* annehmen. Dagegen glaube ich bei Froschlarven hie und da freie Zellenbildung in Zellen gesehen zu haben, so dass die Tochterzellen die Mutterzellen anfangs nicht erfüllten, wie es auch *Schwann* abbildet.

§. 105.

Metamorphosen des ursprünglichen Knorpelskelettes. Von den ursprünglichen Knorpeln entwickelt sich ein Theil mit dem übrigen Skelette weiter und gestaltet sich zu den bleibenden Knorpeln der Nase, der Gelenke, Symphysen und Synchondrosen, ein zweiter geht im Laufe der Entwickelung vollständig unter (gewisse Schädelknorpel, siehe §. 104), der dritte grösste endlich ossificirt und bildet alle Knochen des Rumpfes und der Extremitäten und einen guten Theil derjenigen des Schädels. Alle diese Knochen verknöchern wesentlich auf dieselbe Weise. An einer oder mehreren Stellen derselben (*Puncta ossificationis*) beginnt im Innern eine Ablagerung von Kalksalzen zugleich mit einer Aenderung der Knorpelelemente, welche Umwandlung nach einigen oder

allen Seiten weiterschreitet und immer mehr Theile des Knorpels in Knochen überführt. Während dies geschieht, hört in den meisten Fällen der Knorpel in der einen Richtung zu wachsen auf und wird daher hier bald ganz zu Knochen, nach den anderen dagegen wuchert er fort und liefert dem fortschreitenden Knochen immerzu neues knorpeliges Bildungsmaterial. Doch steht der Knochen auch da, wo er den Knorpel vollständig aufgezehrt und dessen Perichondrium zu seinem Perioste gemacht hat, in seiner Vergrösserung nicht still, vielmehr tritt nun bis zum vollendeten Wachsthume an allen diesen Stellen ein neuer eigenthümlicher Bildungsmodus ein, der nämlich, dass eine an der Innenfläche des gefässreichen Periostes abgesetzte, organisirte, weiche Bildungsmasse von ihrer Berührungsfläche mit dem Knochen aus ossificirt, und in dem Maasse als dies geschieht, aussen aus vom Perioste geliefertem flüssigem Materiale sich nacherzeugt.

Ich gebe hier das wichtigste Detail über das mehr Morphologische der Bildung der knorpelig vorgebildeten Knochen. Unter den langen Knochen entwickeln sich die grösseren Alle nach demselben Typus. In allen entsteht in der Diaphyse in früher Zeit ein Knochenpunct, der dieselbe in kurzer Zeit in Knochen umwandelt, so dass nur die Enden knorpelig bleiben. Nun beginnt, während die knorpeligen Epiphysen fortwuchern und die an den Knochen stossenden Theile derselben succesive verknöchern, die Bildung von Knochenablagerungen unter dem Periost in Gestalt von ringförmigen Lamellen, welche genau der Oberfläche der knöchernen Diaphyse entsprechen. So wächst der Röhrenknochen eine Zeit lang gleichmässig in die Dicke und Länge, dann aber entstehen neue Knochenpuncte mitten in den Epiphysen, zuerst in derjenigen, welche von dem *Canalis nutritius* des Knochens abgewendet ist und dann auch in der andern, welche Epiphysenkerne nach und nach die knorpeligen Gelenkenden bis auf zwei schmale Säume, einen an der Gelenkfläche selbst und einen zweiten zwischen Epiphyse und Diaphyse, in Knochen umwandeln. So schon fast ganz ossificirt wächst der Knochen noch eine Zeit lang, und zwar jetzt auch die Epiphysen, vom Perioste aus in die Dicke und durch die Knorpelreste in die Länge, bis schliesslich zuerst der eine und dann auch der andere Epiphysenknochen und zwar der zuerst aufgetretene zuletzt mit dem Mittelstück verschmelzen. — In einigen langen Röhrenknochen treten ausser den geschilderten noch fernere Kerne auf, so im *Humerus* in den zwei *Tubercula* und den zwei *Condyli*, im *Femur* in den *Trochanteren*, in der *Tibia* hie und da in der *Tuberositas* (*Quain*) und dem *Malleolus internus* (*Béclard*). Die kurzen Röhrenknochen von Hand und Fuss, die *Clavicula*, die Rippen bilden sich im Wesentlichen wie die eben beschriebenen, haben jedoch nur zwei Hauptkerne, einen für das Mittelstück und die eine Epiphyse und einen zweiten für die andere nämlich für das *Capitulum* der Rippen und wahren Mittelhand- und Mittelfussknochen, das Sternalende der *Clavicula* und die hinteren Enden der Phalangen und des so-

genannten 1sten *Metatarsus* und *Metacarpus* des Daumens und der grossen Zehe. Die zehn ersten Rippen haben noch besondere Kerne in den *Tubercula*.

Alle übrigen Knochen verknöchern wesentlich wie die ebengenannten vom Knorpel und Periost aus und es wird daher genügen, die Verhältnisse derselben kurz anzuführen. Die *Scapula* hat zuerst nur einen Kern, der in kurzem den ganzen Knorpel bis auf kleine Reste am untern Winkel und dem hintern Rande, an der Gelenkgrube und den zwei Fortsätzen in Knochen überführt. Ist dies geschehen, so verdickt sich der Knochen vom Perioste aus, und wächst durch die stehengebliebenen Knorpelsäume in der Fläche, bis die letztern im *Processus coracoideus*, im *Acromion*, am *Angulus inferior* und am hintern Rande besondere Kerne erhalten und mit dem Hauptstück verschmelzen. Aehnlich verhält sich das Hüftbein. Nachdem dasselbe schon vor der Geburt durch drei Kerne, entsprechend dem *Os ilium, Os ischii* und *Os pubis*, in seiner ganzen Dicke knöchern geworden, beginnt es vom Perioste aus sich zu verdicken, während es zugleich durch Knorpelreste an der *Crista ilium*, der *Tuberositas ossis ischii*, an der Symphysen- und Synchondrosenfläche und in der Pfanne, wo die drei Kerne zusammenstossen, fortwährend in der Fläche sich ausdehnt. Zur Pubertätszeit entstehen besondere Kerne in den Knorpelresten der *Crista*, *Tuberositas* und *Symphyse*, die um das 25. Jahr mit den anderen verschmelzen. Die Kniescheibe, Sesambeine, Hand- und Fusswurzelknochen haben mit Ausnahme des Fersenbeines nur je einen Kern und nehmen, sobald ihr Knorpel bis auf den der Gelenkflächen aufgezehrt ist, auch noch vom Perioste aus an Umfang zu. Das Brustbein erhält im Manubrium einen (oder 2), im Körper drei (4 oder 5) und im *Processus ensiformis* einen Kern, die bald den Knorpel in der ganzen Dicke zu Knochen machen, jedoch erst nach der Pubertät und später von unten nach oben miteinander verschmelzen, so dass das Manubrium gewöhnlich ein besonderes Stück bleibt. Die Wirbel bekommen in der 7. — 8. Woche je einen Kern in den Körpern und jeder Bogenhälfte, welche nach und nach an die Oberfläche dringen und in den ersten Lebensjahren, und zwar die der Bogen zuerst unter sich, verschmelzen. Ist dies geschehen, so wachsen die Wirbel gleich Röhrenknochen an den Verbindungsflächen der Körper und an den Enden aller Fortsätze durch stehengebliebene Knorpelreste fort, verdicken sich dagegen in allen Theilen auf Rechnung des Periostes, bis schliesslich auch die Knorpeltheile, mit Ausnahme derer der Gelenkfortsätze, die als Gelenkknorpel stehen bleiben, durch besondere Kerne (auch an der Verbindungsfläche der Körper) aufgezehrt werden und mit den übrigen Theilen sich verbinden. Bemerkenswerth sind die besonderen Kerne im Zahn des Drehers, der, wie *Rathke* gezeigt, eigentlich Körper des Atlas ist, ferner die nicht constanten Kerne in den vordern Höckern der Querfortsätze vieler Halswirbel, welche Rippen entsprechen, in den oberen Gelenkfortsätzen der Lendenwirbel, und in den, Rippen entsprechenden *Proc. costarii* derselben. Das Kreuzbein besteht anfänglich aus fünf gesonderten Stücken, die ganz wie Wirbel ossificiren, nur die drei oberen noch besondere Kerne in dem vordern Theile der Querfortsätze haben. Zwischen dem 18. und 30. Jahr verschmelzen die Körper

von unten nach oben, wobei sie besondere Knochenplatten wie andere Wirbel erhalten und ihre *Ligamenta intervertebralia* verknöchern. Die Seitenränder bleiben lange knorpelig, bekommen jedoch schliesslich jederseits zwei Knochenplatten, grössere entsprechend den *Superficies auriculares* und kleinere weiter unten. Das Steissbein hat in jedem Wirbel einen Kern; dieselben treten, mit Ausnahme des ersten, spät auf und verschmelzen von oben nach unten mit einander und im Alter häufig auch mit dem *Sacrum*.

Bei den hierher gehörenden Schädelknochen finden wir bei allen ebenfalls zuerst Ossification im Knorpel, und vollständige Umwandlung eines Theiles desselben in Knochen, alsdann Fortwachsen in die Fläche und Länge von Knorpelresten aus, in die Dicke durch das Periost. Beim *Os occipitis* verschmelzen die vier Kerne in der *Pars basilaris*, den *Partes condyloideae* und der untern Hälfte der *Squama* erst im 4.—6. Jahre, und dann wuchert der Knochen noch lange durch Knorpel an den äusseren Rändern und vorn an der *Pars basilaris* fort. Die *Pars petrosa* und *mastoidea* des Felsenbeines entstehen aus zwei bald sich vereinenden Kernen und werden bald fast ganz knöchern, doch wachsen sie noch lange durch Knorpelreste an den gegen das Hinterhaupt und den Keilbeinkörper gerichteten Stellen. Der Griffelfortsatz hat einen besondern Kern. Das Keilbein besitzt acht besondere Kerne für die kleinen und grossen Flügel, in jedem zwei, ferner einen für den hinteren und zwei für den vorderen Theil des Körpers, welche zur Zeit der Geburt, mit Ausnahme der *Alae magnae*, alle mit einander vereint sind. Im ersten Jahre verschmelzen auch diese und dann wächst der Knochen nur noch an der Spitze der *Alae parvae* und der hinteren Fläche des Körpers durch Knorpel, während die Ablagerungen vom Perioste aus, die namentlich an den grossen Flügeln und den von ihnen aus sich entwickelnden äusseren Blättern der Flügelfortsätze schon frühe beginnen und sehr ergiebig sind, fortdauern. Das Siebbein verknöchert mit mehreren Kernen zuerst in den Labyrinthen und den in der *Lamina perpendicularis* und bildet sich einem guten Theile nach aus dem Knorpel hervor, doch kommen auch bei ihm später Auflagerungen vom Perioste dazu. Dasselbe gilt von den untern Muscheln, von denen jede einen Kern, und vom Zungenbein, das fünf Kerne hat, wogegen die *Ossicula auditus* sich nur aus ihrer knorpeligen Anlage zu entwickeln scheinen.

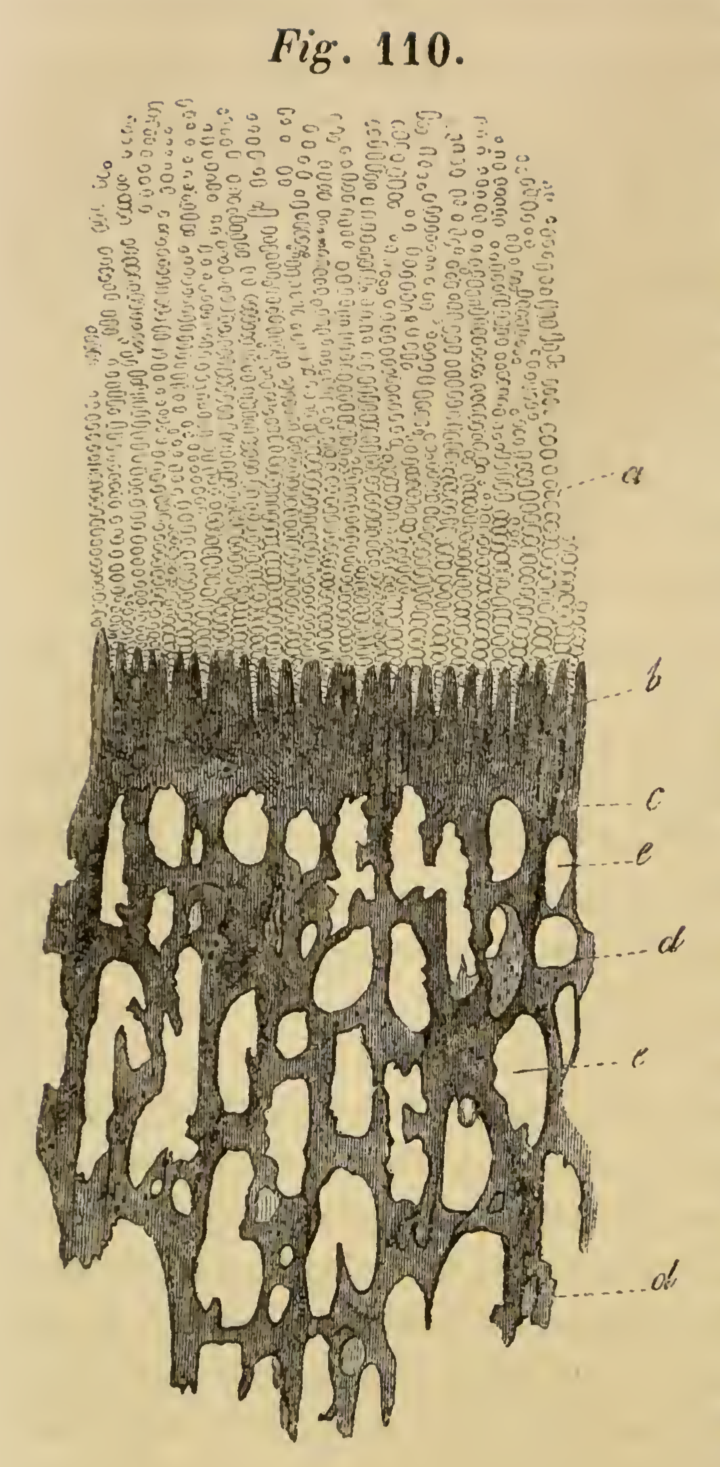
§. 106.

Das Verhalten der Elemente ist bei der Ossification der hier in Frage stehenden Knochen im Wesentlichen folgendes: Kurze Zeit vor der Verknöcherung beginnen die Zellen ihrer Knorpel an einer Stelle zu wachsen und durch endogene Zellenbildung sich zu vermehren, so dass jede einzelne derselben einen rundlichen oder länglichen Haufen schöner grosser Zellen aus sich erzeugt, zugleich wird die Grundsubstanz des Knorpels faserig oder wenigstens streifig und entstehen in derselben an vielen Orten durch einen Act der Verflüssigung sogenannte Knorpelkanäle, die vorübergehend mit einer Art Mark sich füllen und bald Ge-

fässe in sich entwickeln. Dann beginnt die Ossification mit einer Ablagerung von Kalkkrümeln in die Grundsubstanz des Knorpels und einer gleich darauf folgenden, langsam voranschreitenden Umwandlung der Knorpelzellen. Diese verdicken sich, nach Analogie der verholzenden Pflanzenzellen, so dass feine Kanäle in ihren Wänden übrig bleiben und incrustiren sich ebenfalls mit Kalkkörnern. Indem diese letzteren in den Zellwänden und der Grundsubstanz sich mehren, erzeugt sich eine homogene, weisse, undurchsichtige Masse, in der die Grenzen der ursprünglichen Zellen kaum mehr und die *Lumina* derselben nur noch als enge Höhlen mit feinen Ausläufern, den Knochenhöhlen und Knochenkanälchen, zu erkennen sind, doch bleibt es hierbei nicht stehen, sondern nun tritt, während Zellen und Grundsubstanz ganz verschmelzen, eine Verflüssigung eines Theiles des gebildeten Knochens ein, wodurch derselbe, der erst ganz fest war, schwammig, ja selbst zur Bildung grosser Höhlen ganz aufgezehrt wird, in welchen Räumen dann aus neuen gleichartigen Bildungszellen nach und nach das Knochenmark, vor Allem seine Blutgefässe zur Ernährung des Knochens sich entwickeln.

Ich gebe hier eine ausführliche Schilderung des wichtigen Verknöcherungsprocesses. — 1. Veränderungen im ossificirenden Knorpel. Der lebhafte Vegetationsprocess in den Knorpelzellen zur Zeit der Verknöcherung eines Knorpels beruht darauf, dass dieselben, die bisher klein und mit wenig Tochterzellen erfüllt waren, zu wachsen beginnen und eine Generation von Zellen nach der andern aus sich erzeugen, und dasselbe zeigt sich auch an den Verknöcherungsrändern schon vorhandener Knochen, wo unmittelbar am Knochen grössere und je weiter weg um so kleinere Zellen sich finden. Alle in der Einleitung zur Verknöcherung begriffenen Zellen besitzen einen mehr klaren, seltener leicht granulirten Inhalt, einen deutlichen, bläschenartigen, runden Kern mit *Nucleolus* und leicht unterscheidbare Wandungen, verändern sich jedoch bei Zusatz von Wasser, Essigsäure, Alkohol, durch Eintrocknen u. s. w. sehr rasch, so dass der Inhalt um den Kern sich zusammenzieht und ein rundliches, längliches oder zackiges, granulirtes, dunkles Körperchen (ähnlich den Knorpelkörperchen der Autoren) bildet. Ihre Grösse und Gruppirung varirt nach Alter und Ort nicht unbedeutend. Erstere anlangend, so zeigt sich während des Embryonallebens eine successive Zunahme derselben, während nach der Geburt ihre Grösse so ziemlich die gleiche zu bleiben scheint und in Bezug auf letztere gilt es als Gesetz, dass wo die Knorpel nur nach einer Richtung verknöchern, die Zellen am Knochenrande reihenförmig angeordnet sind. Am ausgezeichnetsten ist dies, wie längst bekannt, an den Diaphysenenden der grösseren Röhrenknochen, wo die Reihen sehr zierlich und regelmässig parallel neben einander liegen und eine beträchtliche Länge besitzen, ebenfalls deutlich an allen übrigen langen Knochen und auch an manchen anderen, sobald ihr Knorpel nur nach einer Seite ossificirt, wie an den Verbindungsflächen der Wirbel. Wo dagegen die Knochenkerne inmitten eines

Fig. 110.



Knorpels nach allen Seiten sich vergrössern, sind die Knorpelzellen in rundliche oder länglich runde, unregelmässig durcheinanderliegende Häufchen gruppirt, wie in den kurzen Knochen bei ihrer ersten Bildung und in den Epiphysen. Eine genaue Vergleichung der den Ossificationsrändern näheren und entfernteren Zellen und der einzelnen Gruppen derselben selbst lehrt, dass ihre eigenthümliche Lagerung mit der Art und Weise ihrer Vermehrung in directem Zusammenhang steht. Jede einzelne Gruppe (oder auch zwei derselben) nämlich entspricht gewissermaassen Einer einzigen ursprünglichen Zelle und stellt Alle Abkömmlinge dar, welche im Laufe der Entwicklung aus derselben hervorgegangen sind. Verfolgt man die in einiger Entfernung vom Verknöcherungsrande vereinzelt stehenden Knorpelzellen nach diesem zu, so bemerkt man, wie dieselben, indem sie grösser werden, nach und nach durch Zellenbildung um Inhaltsportionen mehrere Generationen von kleineren Zellen in sich erzeugen, in der Weise, dass meist zuerst zwei Tochterzellen in ihnen sich bilden, dann in diesen wieder zwei und sofort, vielleicht auch hie und da eine grössere Zahl von Zellen auf einmal. In den einen Fällen nun legen sich alle diese neugebildeten Zellen in eine oder zwei Reihen hintereinander und dann entstehen, wenn dieselben noch mehr wachsen, die oben erwähnten Reihen, in den anderen dagegen bilden sie eine mehr kugelförmige Masse. Die ursprünglichen Zellen (ersten Mutterzellen) gehen bei diesen Vorgängen, durch Verschmelzung ihrer Wände mit der Knorpelgrundsubstanz, bald als besondere Gebilde unter, bald nicht, und dasselbe gilt auch von denen der späteren Generationen. Bei den rundlichen Zellenhaufen ist, da sie kleiner sind, gewöhnlich letzteres der Fall und erkennt man meist um dieselben herum noch eine Contour, die nichts anderes als die ausgedehnte Wand der ersten Zelle ist, wogegen bei den Zellenreihen die Wände der ursprünglichen Zellen meist

Fig. 110. Senkrechter Schnitt aus dem Verknöcherungsrande der Diaphyse des *Femur* eines 2 Wochen alten Kindes 20mal vergr. *a.* Knorpel, dessen Zellen, je näher dem Verknöcherungsrande in um so grösseren Längsreihen beisammenstehen. *b.* Ossificationsrand; die dunklen Streifen bedeuten die in der Intercellularsubstanz voranschreitende Ossification, die helleren Linien die später ossificirenden Knorpelzellen. *c.* Compacte Knochenlage nahe am Verknöcherungsrande. *d.* Durch Resorbtion gebildeter Knochensubstanz entstandene *Substantia spongiosa* mit Markräumen *e*, deren Inhalt nicht gezeichnet ist.

bis zum Unkenntlichen mit der Intercellularsubstanz verbunden sind. — Die gesammte Lage, welche die eben beschriebenen vergrösserten und in lebhafter Vermehrung begriffenen Zellen einschliesst, hat in den verschiedenen Knorpeln eine verschiedene Dicke, eine geringe um die Kerne der Epiphysen und kurzen Knochen herum, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}'''$ an den Diaphysen. Ueberall zeichnet sie sich durch ihre gelbliche durchscheinende Farbe und ihre streifige, scheinbar faserige Grundsubstanz von den übrigen wie gewöhnlich bläulichweissen, mit homogener oder granulirter Zwischensubstanz versehenen Knorpeltheilen aus.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung sind die in ossificirenden Knorpeln auftretenden Gefässe. Ich glaube nicht, dass dieselben schon beim Erscheinen der allerersten Knochenkerne der Embryonen vorhanden sind, dagegen ist sicher, dass sie von der Mitte des Fötallebens an an sehr vielen Orten sich finden und kürzere oder längere Zeit den später auftretenden Knochenkernen vorangehen und ihr Wachsthum begleiten. In den Epiphysen der grössten Röhrenknochen sah ich dieselben vom 4. oder 5. Monate an ganz constant und deutlich und verfolgte auch ihre zunehmende Entwicklung bis zum Auftreten der Epiphysenkerne am Ende des Fötallebens und nach der Geburt. Vor und um die Geburtszeit fand ich sie auch in den Wirbeln, im Brustbein, in der *Patella* und in den meisten Hand- und Fusswurzelknorpeln, in denen sie auf jeden Fall, sowie auch in den anderen Knorpeln, vor der endlichen Ossification erscheinen. Alle diese Knorpelgefässe entwickeln sich mit ihren Knorpeln und den zu denselben gehörenden Knochenkernen weiter und finden sich auch noch gegen das Ende der Entwicklungsperiode. So sah ich sie ausgezeichnet schön im Gelenkknorpel der Epiphysen der langen Röhrenknochen bei einem 18jährigen Manne, wo sie vom Knochen aus in grosser Zahl senkrecht in den Knorpel eindrangen, sich verästelten und etwas unter der freien Fläche desselben endeten, und zweifle nicht, dass sie auch in anderenKnorpelresten sich finden, wie ich sie denn auch bei jüngeren Säugethieren an vielen Orten gesehen habe. Die Knorpelgefässe liegen ohne Ausnahme in weiten, schon beim 5monatlichen Fötus 0,02—0,04''' messenden, im Knorpel ausgegrabenen und

Fig. 111.

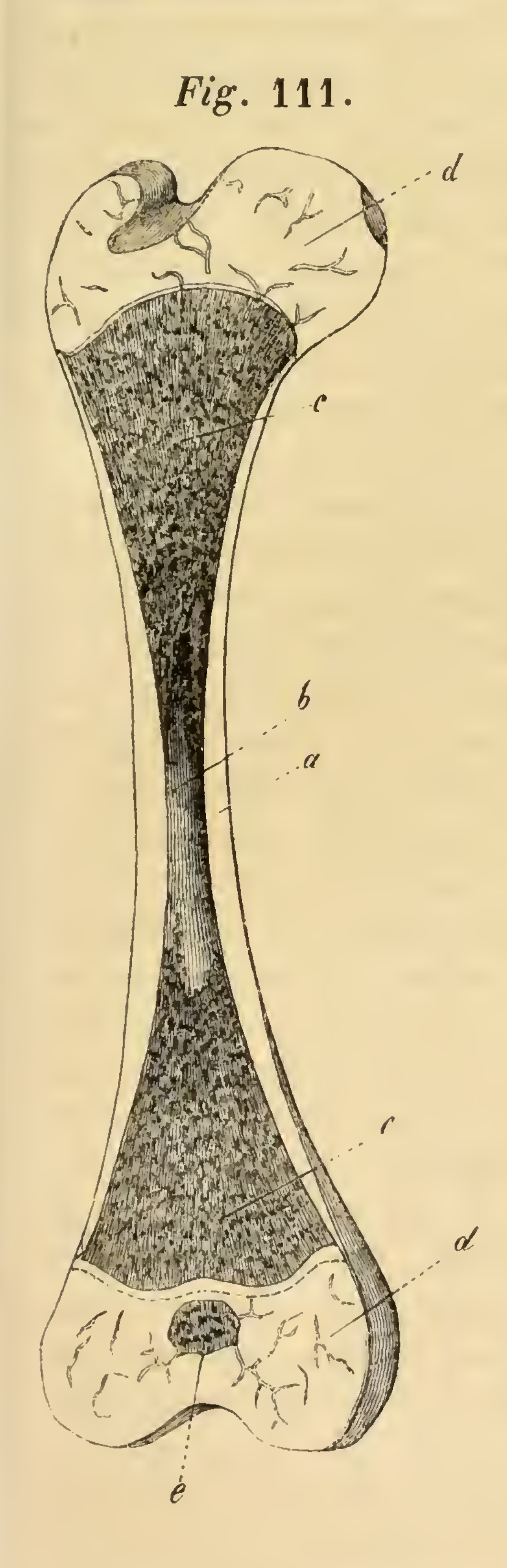


Fig. 111. Oberschenkel eines 2 Wochen alten Kindes; natürliche Grösse. *a. Substantia compacta* der Diaphyse; *b.* Markhöhle; *c. Substantia spongiosa* der Diaphyse; *d.* knorpelige Epiphysen mit Gefässkanälen; *e.* Knochenkern in der unteren Epiphyse.

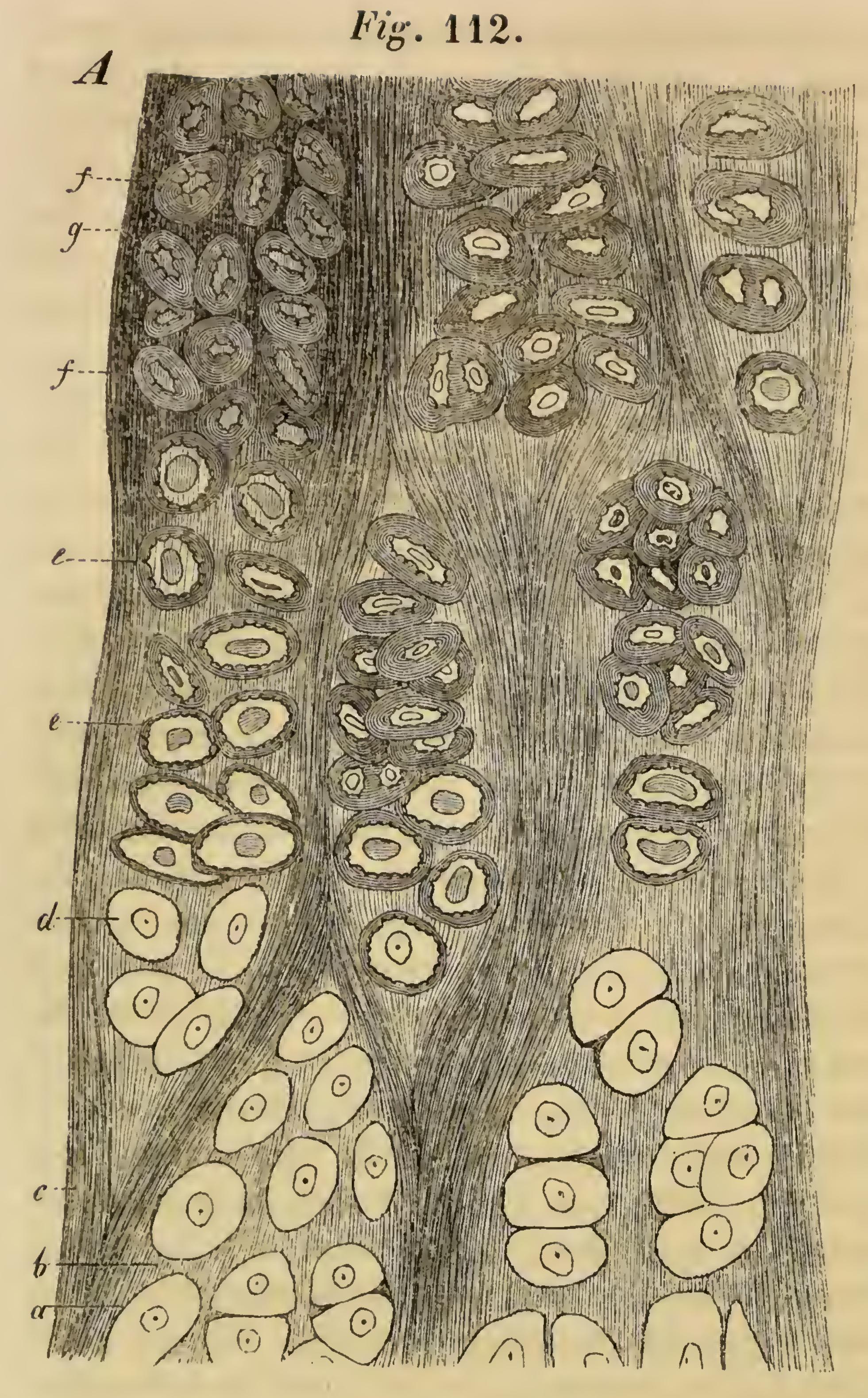
von länglichen schmalen Knorpelzellen begrenzten Kanälen, den Gefässkanälen der Knorpel oder Knorpelkanälen, welche vom Perichondrium aus und, wenn schon ein gefässreicher Knochenkern da ist (Diaphysen), auch, obschon in früheren Zeiten wenigstens in geringerer Zahl, von dem Verknöcherungsrande desselben aus in den Knorpel eindringen, in verschiedenen geraden Richtungen unter Abgabe einiger Aeste denselben durchziehen und allem Anscheine nach ohne Anastomosenbildung oder sonstigen Zusammenhang blind und meist kolbig angeschwollen enden. Diese Kanäle entstehen durch eine Verflüssigung der Elemente des Knorpels, ähnlich wie die Markräume der Knochen selbst, enthalten ursprünglich eine aus kleinen rundlichen Zellen zusammengesetzte Bildungsmasse (Knorpelmark), entsprechend dem fötalen Knochenmark, und entwickeln in kurzer Zeit aus dieser wirkliche blutführende Gefässe, und eine aus mehr oder weniger entwickeltem Bindegewebe und später auch aus Kernfasern gebildete Wand. Die Gefässe selbst anlangend, so wollen schon ältere Anatomen (*Howship, E. H. Weber* I. pg. 335) mehrere feine Gefässchen in den einzelnen Knorpelkanälen gesehen haben und ebenso *Bruns* und *Engel*, der (*Zeitschr. der Wiener Aerzte* 1847. I. pag. 320) einhäutige Capillaren von 0,0008 P. Z. in ihnen beschreibt. Ich finde bald nur ein grösseres Gefäss (oft ganz deutliche Arterien mit muskulösen Wänden), bald zwei solche, bald Capillaren in verschiedener Zahl in einem Kanal, bin jedoch nicht im Stande zu sagen, wie der Kreislauf in diesen Gefässen sich macht. Es müssen entweder Anastomosen der Gefässe verschiedener Kanäle sich finden oder, wenn die letzteren wirklich geschlossen sind, in einem und demselben Kanal doch wohl Arterien und Venen vorhanden sein. — Die Bedeutung dieser Knorpelgefässe scheint eine doppelte zu sein, vor Allem die: den Knorpeln die zu ihrem Wachsthume und ihrer Weiterentwicklung nöthigen Substanzen zuzuführen und zweitens auch die Ossification zu fördern. Das Erste ist sehr augenfällig bei den dicken Epiphysenknorpeln, die so lange fortwachsen, bevor sie ossificiren und auch später in der Vergrösserung nicht stille stehen und das Letztere vielleicht vorzüglich bei den kurzen Knochen verwirklicht, die erst unmittelbar vor der Verknöcherung Gefässe erhalten. Hiemit soll nicht gesagt sein, dass ein Knorpel ohne Gefässe nicht wachsen oder nicht ossificiren kann; allein wenn Solches in der That bei Thieren, und vielleicht auch beim Menschen normal an einigen Orten (beim Auftreten der ersten Ossificationspuncte der Embryonen, derjenigen in den Gehörknöchelchen z. B.), geschieht, so beweist dies noch nicht, dass die Gefässe, wo sie sich finden, für die bezeichneten Vorgänge ohne Bedeutung sind und es ist daher nicht zu billigen, wenn man, wie *H. Meyer* neulich (pg. 304), dieselben für etwas Zufälliges mit der Entwicklung der Knochen nicht in nothwendigem Zusammenhange Stehendes hält.

2) Ossification des Knorpels. *a.* Die Verknöcherung der Grundsubstanz schreitet in der Regel derjenigen der Knorpelzellen etwas voran und kommt unter normalen Verhältnissen uranfänglich durch körnige Niederschläge von Kalksalzen, sogenannte Kalkkrümel, zu Stande. Wo am Verknöcherungsrande Zellenreihen sich finden, gehen diese Niederschläge überall, auf Längsschnitten in Gestalt von spitzen Zacken, in die

Fasersubstanz zwischen die Reihen hinein und umhüllen die untersten Theile derselben nach Art kurzer Röhren scheidenartig (Tab. III. fig. 6 d.) und im Wesentlichen dasselbe zeigt sich auch an den übrigen Stellen, wo die Knorpelzellen mehr in rundlichen Gruppen stehen, nur dass hier die verknöchernde Grundsubstanz mehr netzförmig dieselben umgibt. Die **Kalkkrümel**, die erste sichtbare Ablagerung der Erdsalze der Knochen, sind rundlich eckig von Gestalt, weiss bei auffallendem, dunkel bei durchfallendem Licht, unter C̈-Entwicklung leicht löslich in Säuren und in verschiedenen Knochen verschieden gross, vom unmessbar Feinen bis zu 0,001, selbst 0,002‴; doch scheint ihre Grösse nicht gerade nach Zeit und Ort sich zu richten, obschon sie allerdings häufig gleichmässig hier feiner, dort gröber auftreten, eher noch nach etwa vorkommenden Wechseln in der Zufuhr plastischer Stoffe zum Verknöcherungsrande. Verfolgt man auf mikroskopischen Schnitten die Krümel von dem letzteren in das Innere des jungen Knochens hinein, so zeigt sich, dass derselbe noch auf eine gewisse Strecke, obschon mit abnehmender Deutlichkeit, das körnige und dunkle Ansehen des Randes selbst darbietet, dann aber allmälig immer gleichförmiger, heller und durchsichtiger wird und endlich so ziemlich das Ansehen ganz fertigen Knochengewebes annimmt. Worauf diese Veränderung beruht, ist leichter zu vermuthen, als mit Bestimmtheit nachzuweisen. Allem Anscheine nach verschmelzen die ursprünglichen Krümel nach und nach mit einander, imprägniren so, statt wie früher nur einzelne Theilchen, das ganze Gewebe der Grundsubstanz des Knorpels und verschwinden sofort als isolirt zu unterscheidende Theile. Häufig denkt man sich die Sache als eine Wiederauflösung der Kalkkrümel und nun folgende allgemeine Tränkung des Gewebes mit dem Kalk, allein eine solche Vorstellung muss bei näherer Betrachtung als unmöglich erscheinen, indem man die Krümel doch nicht zuerst als reine Concremente in nicht nachweisbare Höhlen der Grundsubstanz sich einlagern lassen kann und auch nicht einsieht, was sie auflösen soll, um sie gleich wieder niederzuschlagen. Ich bin daher der Meinung, dass die Kalkkörnchen von Anfang an eine Incrustation des Gewebes sind, und nur ihrer Isolirtheit, Gestalt und Kleinheit wegen so dunkel erscheinen, ähnlich wie z. B. die fein zertheilte Luft im Mark der Haare, später dagegen, wenn sie verschmelzen, das gewöhnliche Ansehen kalkhaltiger organischer Theile annehmen.

b. **Ueber die Bildung der Knochenzellen** haben die Mikroskopiker von jeher sehr verschiedene Ansichten gehabt, wie leicht zu begreifen ist, wenn man die Schwierigkeit der Untersuchung ihrer Entwicklung kennt. Ich glaube durch Auffindung eines ausgezeichneten Objectes für die Beobachtung derselben, nämlich der rhachitischen Knochen, die Sache in den wesentlichsten Puncten ins Reine gebracht zu haben. Die Knochenzellen nämlich bilden sich, wie es schon *Schwann* als möglich und *Henle* als Vermuthung aufstellten, nach Analogie der verholzten Pflanzenzellen mit Poren- oder Tüpfelkanälen, aus den Knorpelzellen durch Verdickung ihrer Wand unter gleichzeitiger Bildung von kanalartigen Lücken in derselben und Verknöcherung. Bei rhachitischen verknöchernden Diaphysen (Fig. 112) lässt sich das Morphologische dieses Vorganges aufs schönste verfolgen, weil hier — ich rede von ausgezeichneteren Graden der

Fig. 112.



Krankheit — am Verknöcherungsrande jenes Depositum von Kalkkrümeln fehlt, das bei normalen Knochen der Beobachtung des eigentlichen Vorganges bei der Ossification so grosse Hindernisse setzt, und zweitens auch fast ohne Ausnahme die Knorpelzellen etwas früher verknöchern als die Grundsubstanz. Rechnet man nun noch hinzu, dass die Ablagerung und Verbindung der Kalksalze mit dem ossificirenden Knorpel langsamer von Statten geht als normal, so begreift man leicht, dass die Veränderungen desselben ziemlich offen dem Auge sich darbieten müssen. Und dies ist auch in der That der Fall, denn nirgends sonst, die Schambeinsymphyse u. s. w. etwa ausgenommen (siehe unten), ist die Umwandlung der Knorpelzellen auch nur annähernd so schön und evident zu beobachten als hier. Verfolgt man nämlich die reihenweise gestellten hier grösseren Knorpelzellen des Ossificationsrandes von aussen nach innen, so findet man bald, dass dieselben da, wo die Ablagerung der Kalksalze beginnt, statt ihrer nur durch eine einzige, mässig starke Linie bezeichneten Hülle eine dickere Membran zeigen, die auf der innern Seite zarte Einkerbungen besitzt. Hat dieselbe nur 0,001''' Dicke erreicht (Fig. 112 d.), so erkennt

Fig. 112. *A.* Aus dem Ossificationsrande der *Condyli ossis femoris* eines 2 Jahre alten rhachitischen Kindes 300mal vergr. *a.* Knorpelzellen, einfache und Mutterzellen, in Reihen; *b.* mehr homogene, *c.* streifige Grundsubstanz zwischen denselben; *d.* Knorpelzellen im ersten Beginne ihrer Umwandlung in Knochenzellen; *e.* solche schon weiter vorgeschritten mit sehr verdickter Wand, Andeutung der Porenkanälchen, beginnender Ablagerung von Kalksalzen in die Wände, daher dunklerer Farbe derselben, jedoch mit deutlichen Kernen; *f.* Knochenzellen noch entwickelter und mehr ossificirt in ebenfalls verknöchernder Grundsubstanz *g.* *B.* 6 in der Entwicklung begriffene, noch von der Grundsubstanz scharf abgegrenzte Knochenzellen, aus demselben Knochen für sich dargestellt. *a.* Einfache Knochenzellen; *b.* zusammengesetzte, einer Mutterzelle mit zwei Tochterzellen entsprechend; *c.* eben solche aus drei Zellen entstanden.

man schon, dass die Knorpelzellen in Knochenkörperchen sich umzuwandeln im Begriffe sind, und noch deutlicher wird dieses, wenn man weiter nach dem Knochen zu die Dicke der besagten Membranen unter gleichzeitiger Verkleinerung des Lumens der Zelle immer mehr zunehmen, die Kerben ihrer innern Begrenzungslinie schärfer hervortreten und zugleich mit dem Vorschreiten dieser Veränderungen auch die Wandungen durch Aufnahme von Kalk immer dunkler sich färben sieht (Fig. 112 c). Die späte Verknöcherung der Grundsubstanz zwischen den Zellen erleichtert die Beobachtungen aller dieser Veränderungen sehr und erlaubt nicht blos die ersten Verwandlungen der Knorpelzellen ganz genau zu erforschen, sondern auch die Zustände derselben in späteren Zeiten, wo sie schon Knochenzellen und Knochenhöhlen genannt werden müssen, Schritt für Schritt zu verfolgen. Diesem Umstande allein ist es zuzuschreiben, dass sich hier auch noch die nicht uninteressante Thatsache feststellen lässt, dass Knorpelzellen, die Tochterzellen in sich schliessen, in ihrer Gesammtheit in eine einzige zusammengesetzte Knochenzelle übergehen (Fig. 112 B). Sehr häufig finden sich solche mit zwei Höhlen, die je nach dem Grade der Entwicklung bald weit und mit kurzen Ausläufern versehen sind, bald durch enge Höhlungen und lange Kanälchen ganz an ausgebildete Knochenhöhlen erinnern; seltener sind zusammengesetzte Zellen mit 3, 4 und 5 Höhlen, jede noch mit Resten des ursprünglichen Inhaltes und Zellenkernes, doch kommen auch solche hie und da fast in jedem Präparate vor. Wenn nun die Knorpelzellen auf die angegebene Weise in evidente, jedoch in nicht verknöcherter Grundsubstanz frei nebeneinanderliegende, Kerne und sonstigen Inhalt führende Knochenzellen übergegangen sind, so treten endlich die letzten Veränderungen ein, in Folge welcher die rhachitische Knochensubstanz so ziemlich die Natur gesunden Gewebes annimmt. Dieselben beruhen, in so fern sie die Knochenzellen betreffen, vorzüglich darauf, dass erstens auch die Grundsubstanz und zwar ebenfalls ohne anfängliche Kalkkrümel zu verknöchern beginnt und zweitens in sie und in die verdickten Zellenwände immer reichlichere Mengen von Kalk sich absetzen. In Folge dieser Processe nimmt die neue Knochensubstanz für das blosse Auge eine immer weissere Färbung an und erscheint unter dem Mikroskope immer dunkler und durchsichtiger; ferner wird dieselbe nun auch gleichförmiger, die scharfe Begrenzung der Knochenzellen verliert sich immer mehr, bis dieselben am Ende nicht als freie, in der Grundsubstanz liegende zellenartige Körper erscheinen, sondern mit derselben ganz verschmolzen, nur noch in ihren eigenthümlich gestalteten sternförmigen Höhlungen, den sogenannten Knochenkörperchen oder den Knochenhöhlen und Knochenkanälchen, sich erkennen lassen.

Sucht man, wenn man von rhachitischen Knochen her den Vorgang der Knochenzellenbildung kennt, an normalen Knochen zu derselben Einsicht zu gelangen, so wird man die Sache nicht mehr so schwierig finden wie früher, wo einem beständig die verschiedensten Hypothesen ohne einen ganz sichern Halt vorschwebten, doch muss die Verfolgung der Verhältnisse bei menschlichen und auch bei thierischen sich entwickelnden Knochen immerhin als eine sehr mühevolle und oft wenig lohnende bezeichnet werden. Man sieht hier (Tab. III. fig. 6) wohl mit Sicherheit, dass die Knochenzellen

etwas hinter dem Verknöcherungsrande sich verdicken und, während ihr Lumen und ihre Kerne noch theilweise sichtbar bleiben, mit Kalkkrümeln sich besetzen, und ist auch im Stande, solche incrustirten Zellen zu isoliren, allein wie nun die Veränderungen weiter vorschreiten, das ist, wie ich behaupten muss, auch nicht entfernt mit der Bestimmtheit zu sehen, wie bei rhachitischen Knochen, da weiter nach innen das junge Mark mit seinen Gefässen und die Kalkkrümel meist alles unklar machen und erst in der homogen und durchsichtiger gewordenen Knochenpartie deutliche, aber fast fertige Knochenhöhlen auftreten. Nichts destoweniger ist nach Allem, was man findet, nicht im Mindesten daran zu zweifeln, dass die Vorgänge im Wesentlichen dieselben sind, wie bei Rhachitis, nur dass hier die Ossification der verdickten Wände der Knorpelzellen zwei Stadien durchläuft, statt wie dort nur Eines, indem dieselben anfangs durch Kalkkrümel granulirt sind und dann erst homogen werden. Uebrigens habe ich auch an ganz normalen Knochen bei Erwachsenen einige Stellen gefunden, von denen, unabhängig von mir, auch *H. Meyer* neulich (l. c.) einige beschreibt, nämlich die Symphyse der Schambeine, die Synchondrosen der Wirbelkörper und die der Hüftbeine und des Kreuzbeines und die Ansatzstellen einiger Knorpelzellen haltenden Sehnen an Knochen, an denen man an der Grenze zwischen Knorpel oder Sehne und Knochen zum Theil constant die herrlichsten, in den verschiedenartigsten Uebergangsstadien zu Knochenzellen befindlichen Knorpelzellen, namentlich solche mit verdickten Wänden und mehr oder weniger weit gediehener Ablagerung von Kalkkrümeln und fast fertige Knochenzellen mit Poren und mehr homogener Wand frei noch in der Grundsubstanz des Knorpels liegen sieht (Fig. 95.), so dass ich meinen obigen Ausspruch über die Entstehung der Knochenzellen mit Sicherheit auch auf die normalen Verhältnisse stützen kann. An den letzterwähnten Stellen sah ich auch halb und ganz ossificirte Mutterzellen mit 2 bis 12 eingeschlossenen Tochterzellen aufs allerschönste und sehr häufig.

Ein Punct ist übrigens bei der Entwicklung der Knochenzellen noch räthselhaft oder wenigstens nicht direct beobachtet, nämlich wie deren Poren oder die Knochenkanälchen zu verästelten Räumen werden, mit denen anderer Zellen in Communication gerathen und an verschiedenen Stellen offene Mündungen erhalten. Was man an rhachitischen Knochen und anderwärts sieht, ist nur das, dass die Verdickung der ossificirenden Knorpelzellen nicht mit einem geraden, sondern einem gekerbten Rande vorschreitet, und zwar von dem ersten Beginn derselben an bis zu ihrer Vollendung, und dass die Knochenzellen anfänglich einfachere Ausläufer haben als später, Alles Andere dagegen bleibt der Beobachtung entrückt. Da es nun aber keinem Zweifel unterliegt, dass die Knochenkanälchen vielfältig anastomosiren und ebenso häufig an der äusseren Oberfläche der Knochen oder in die inneren Räume derselben sich öffnen, so stehe ich nicht im Geringsten an, eine Fortbildung oder ein Weiterschreiten der als einfache Zweige der Knochenhöhlen entstandenen Knochenkanälchen durch Resorbtion von schon gebildeter Knochensubstanz anzunehmen. Wodurch eine derartige Resorbtion zu Stande kommt, ist freilich nicht anzugeben, allein das möchte kein Grund gegen

die Annahme derselben sein, da wir eine solche in noch ganz anderem Maassstabe bei der Bildung der Markhöhlen und Markräume auftreten sehen (siehe weiter unten). Mir will es scheinen, als ob bei der Weiterbildung der Knochenkanälchen vorzüglich die Saftströmungen im Knochen betheiligt wären, um so mehr, da ja doch schon die ersten Anlagen der Kanälchen offenbar, wie Tüpfelkanäle verholzender Pflanzenzellen, nichts anderes als die Stellen bezeichnen, an denen die verknöchernden Knorpelzellen noch Säfte aufnehmen und abgeben, wesshalb sie auch ihre Richtung vorzüglich nach den Plasma zuführenden inneren und äusseren Oberflächen der Knochen nehmen. Es kommt mir wohl gedenkbar vor, dass nach geschehener vollkommener Verknöcherung der Knorpelsubstanz, das aus den Blutgefässen des Periostes und der Markräume stammende Ernährungsfluidum 1) nach den ihm so zu sagen noch einzig offenstehenden Knochenhöhlen und ihren Ausläufern hin neue Wege sich bahnt und so das Ausmünden derselben an den inneren und äusseren Oberflächen der Knochen bewirkt und 2) auch von den ihm zunächstliegenden Höhlen aus weiter sich gräbt und so schliesslich eine Verästelung derselben und zahlreiche Communicationen der verschiedenen Höhlen zu Stande bringt. Dem zufolge würde eine secundäre Bildung von Knochenkanälchen nicht blos im Bereiche der verdickten Wände der ursprünglichen Zellen, sondern auch in der Grundsubstanz des Knochens und zwar in sehr erheblichem Grade stattfinden müssen, wie leicht zu ermessen ist, wenn man die Entfernungen der anastomosirenden Höhlen mit den Durchmessern der ursprünglichen Knorpelzellen vergleicht.

c. Die Entwicklung der Markräume und des Knochenmarks ist gewissermaassen der letzte Act bei der Umwandlung von Knorpel in Knochen. Die Markräume entstehen nicht, wie die meisten Anatomen bisher annahmen, durch Verschmelzung der Knorpelzellen, sondern, wie schon Einige und ich selbst dargethan, durch Auflösung mehr oder minder fertiger Knochensubstanz, gerade wie auch die grossen Markhöhlen der Röhrenknochen. Untersucht man die Diaphysen eines gesunden oder rhachitischen Knochens, so überzeugt man sich an beiden, vor Allem schön an Letzterem hievon aufs Bestimmteste. Am Verknöcherungsrande selbst ist die Knochenmasse auf eine Entfernung von beiläufig $1/5 — 1/3'''$ ganz compact ohne Spur von grösseren Höhlungen und theils aus verknöchernder Grundsubstanz, theils aus in der Umwandlung in Knochenzellen mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Knorpelzellen zusammengesetzt (Fig. 110, Tab. III. Fig. 6.), dann aber treten zuerst kleinere und weiter nach innen grössere Höhlungen auf, deren ganzes Verhalten aufs Ueberzeugendste beweist, dass sie keiner Entwicklung vorhandener Elemente ihren Ursprung verdanken. Dieselben sind nämlich von ganz unregelmässigen Contouren begrenzt, oft wie ausgefressen, meist breiter als die Knorpelzellen, länglichrund, rundlicheckig und das erwähnte compacte Gewebe, Grundsubstanz und Knochenzellen, verschiedentlich durchsetzend. Betrachtet man die Ränder und Begrenzungsflächen dieser Räume genau, so wird es in vielen Fällen leicht, mehr oder minder angefressene Knochenzellen, halb vorstehend oder in die Wände eingegraben, und zwischen denselben Vorsprünge der ossificirten Grundsubstanz zu erkennen, so dass über die Entstehung derselben nicht

die leisesten Zweifel bleiben. Freilich lässt sich auch hier so wenig als bei der Entstehung der analogen Knorpelkanäle und der Weiterbildung der Ausläufer der Knochenhöhlen angeben, wodurch die fragliche Resorbtion zu Stande kommt, ja es wird dieselbe noch räthselhafter dadurch, dass, dieselbe als sicher vorkommend angenommen, dannzumal in den ossificirenden Knochen fast dicht nebeneinander eine Knochenbildung und eine ihr nur um weniges an Energie nachstehende Auflösung des Gewebes vorkommen, allein die angegebene Bildungsweise der Markräume steht morphologisch ganz fest und es wird daher die Aufgabe der Chemie und Physiologie sein, das Auffallende bei der Sache zu lösen. Wie in den Diaphysen, so bilden sich auch bei der Ossification aller anderen Knorpel Markräume durch Resorbtion innerer Theile des halb Verknöcherten, nur ist zu erwähnen, dass diese Räume nicht in allen Knochen dieselbe Gestalt, Richtung und Grösse zeigen, worüber jedoch keine speciellen Angaben nöthig sind, da die Verhältnisse dieser primitiven spongiösen Substanz im Hauptsächlichen dieselben sind wie später. Noch kann bemerkt werden, dass wahrscheinlich in vielen Knochen einzelne Markräume unmittelbar aus Knorpelkanälen sich hervorbilden, da wenigstens ein Theil der letzteren am Ossificationsrande direct mit den Räumen im Knochen in Verbindung steht, ferner dass häufig auch noch nicht ganz zu Knochenzellen gewordene Knorpelelemente in den Process der Verflüssigung gezogen werden.

Die Markräume füllen sich, so wie sie entstehen, mit einer weichen röthlichen Substanz, fötalem Mark. Dasselbe besteht anfänglich aus nichts als aus etwas Flüssigkeit und vielen rundlichen Zellen (Fig. 113 *a*), mit einem oder zwei Kernen und leicht granulirtem Inhalt, von denen ich nicht sagen kann, wie sie entstehen, nur so viel, dass sie nicht, wie *Rathke* (l. c.) bei Thieren (Vögeln, Amphibien) gesehen zu haben glaubt, mit den Knorpelzellen zusammenhängen, von denen ich ebensowenig wie von einem sonstigen Detritus der jungen Knochensubstanz in den Markräumen je eine Spur gesehen, sondern durchweg neue Bildungen sind. Mit der Zeit entwickeln sich diese Zellen, die mit den auch bei Erwachsenen in gewissen Knochen vorkommenden (siehe oben) ganz identisch sind, zu Bindegewebe, Blutgefässen, Fettzellen und Nerven. Das Bindegewebe bildet sich wie an den meisten anderen Orten aus spindelförmigen Zellen hervor, die man in etwas älterem fötalem Marke leicht findet, und die Fettzellen aus einzelnen vergrösserten Markzellen, welche, wie beim *Panniculus adiposus*, zuerst mit einzelnen Fetttröpfchen sich füllen, die schliesslich in Einen grossen

Fig. 113.

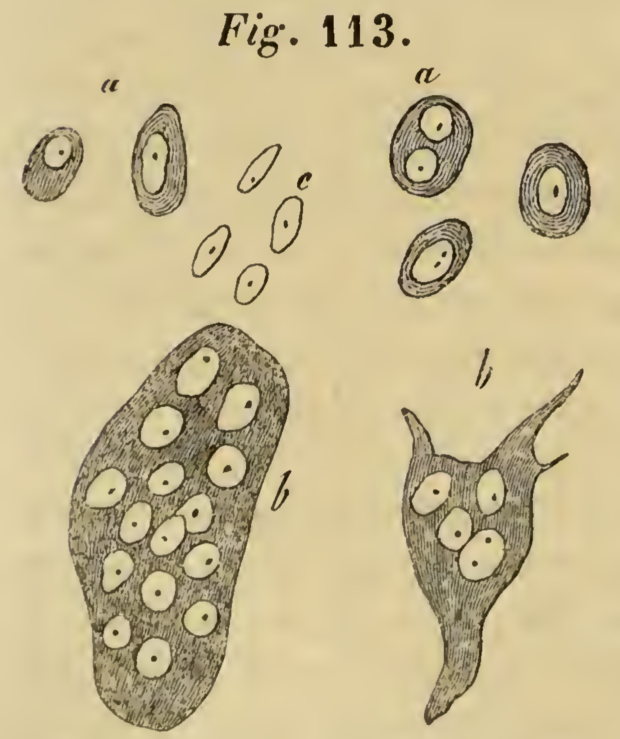


Fig. 113. Aus den Knochenräumen der Tibia eines eine Woche alten Kindes, 350 mal vergr. *a*. Kleinere Zellen mit 1 oder 2 Kernen aus dem Marke der Markhöhle und den jungen Haversischen Kanälen, *b*. grosse Körper (Zellen?) mit vielen Kernen aus den jungen Haversischen Kanälen innen am Periost, *c*. freie Kerne aus jungem Mark.

Tropfen zusammenfliessen. Wie Gefässe und Nerven entstehen, habe ich hier noch nicht verfolgt, mit Ausnahme der Capillaren, deren Bildung durch Verschmelzung von spindel- oder sternförmigen Zellen und Ausläufern schon vorhandener Gefässe hie und da nicht schwer zu sehen ist. Die Blutgefässbildung schreitet sehr rasch voran, so dass die Knochen kurze Zeit nach der Entwicklung der Markräume auch schon Blutgefässe in denselben haben, langsamer die des Fettes und der Nerven, doch sind zur Zeit der Geburt die letzteren, natürlich mit feineren Fasern als später, in den grossen Röhrenknochen sehr leicht, ja leichter als beim Erwachsenen zu sehen, weil um diese Zeit das Mark sich noch leichter von ihnen und den grossen Gefässen abspülen lässt. Die Fettzellen kommen um diese Zeit nur spärlich vor, vielmehr ist das Mark, wenigstens beim Menschen, noch ganz roth vom Blut und den leicht röthlich gefärbten Markzellen. Nach der Geburt mehren sich dieselben nach und nach, bis endlich das Mark in Folge ihrer ungemeinen Zunahme und des Schwindens der Markzellen, die schliesslich Alle in den Elementen des bleibenden Markes aufgehen, seine spätere Farbe und Consistenz annimmt.

Bei vielen knorpelig vorgebildeten Knochen von Vögeln und Amphibien beginnt nach *Rathke* und *Reichert* (l. c.) die Ossification aussen am Knorpel, so dass zuerst ein Knochenrohr mit Knorpel im Innern und an den Enden entsteht. Dann macht der Knorpelrest im Innern dem Marke Platz, während aus dem der Enden die Epiphysen sich gestalten.

§. 107.

Elementarvorgänge bei den Ablagerungen aus dem Perioste. Beim Dickenwachsthum der knorpelig vorgebildeten oder primären Knochen wird aus den Gefässen des Periostes ein flüssiges Material geliefert, das sofort zu halbreifem Bindegewebe und einfachen Bildungszellen sich organisirt und an der Innenseite desselben eine zusammenhängende Lage bildet. Während nun das organisirte Blastem durch fortdauernde Exsudationen aus der Beinhaut immer neu sich bildet, geht es in seinen innersten Lagen fortwährend durch Aufnahme von Kalksalzen in seine Fasersubstanz und Umwandlung seiner Zellen in Knochenzellen, ohne je knorpelig gewesen zu sein, lamellenweise in Knochensubstanz über. Die jungen Knochenlamellen sind weich und von rundlichen oder länglichen Räumen netzförmig durchbrochen, welche in den verschiedenen Lagen miteinander communiciren und die Anfänge der Haversischen Kanäle sind. Dieselben enthalten Reste des ossificirenden Blastemes, welches nun, zu fötalem Mark sich gestaltend, theils in Gefässe sich umwandelt, die bald mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen, theils zur Bildung der Lamellen der Haversischen Kanälchen dient, die mithin wie die grossen Periostablagerungen nicht aus Knorpel entstehen. Haben die aus dem Perioste abgelagerten Knochentheile eine zeitlang bestanden und sind dieselben durch

Verengerung der Haversischen Kanäle compacter geworden, so fallen sie mehr oder weniger einer Resorbtion von Innen her anheim, durch welche in den grossen Röhrenknochen die Markhöhle erweitert, in den übrigen die schwammige Substanz weiter nach aussen ausgedehnt wird; in vielen Knochen tritt später auch eine äussere Resorbtion vom Perioste aus hinzu, durch welche die Gesammtgestalt der Knochen modificirt und die sie durchziehenden Kanäle und Löcher erweitert werden.

1. Ossificirendes Blastem. Die Knochenbildung an der Innenseite des Periostes ist eine längst bekannte Sache, doch war man bisher allgemein der Ansicht, dass auch hier eine dünne Knorpellage derselben vorstehe. *Sharpey* (pg. CLIX) und ich (*Allgemeine Betrachtung über die Entstehung des knöchernen Schädels der Wirbelthiere in dem zweiten zootomischen Bericht der Univ. Würzburg* 1849) haben gezeigt, dass dem nicht so ist, dass vielmehr hier ein weiches Blastem existirt, das, ohne jemals wirklicher Knorpel gewesen zu sein, ossificirt, und ich muss dieses auch den neueren Angaben von *H. Meyer* (l. c. pg. 335) gegenüber festhalten, der alle und jede Ossification aus Knorpelsubstanz vor sich gehen lässt und so auch die am Perioste. Freilich, wenn man den Begriff Knorpel so weit und unbestimmt auffasst wie *Meyer*, nach welchem (p. 299) ein zellenhaltiges Gebilde nur (sic?) dann für Knorpel zu halten ist, 1) wenn dasselbe oder ein analoges Gebilde schon in anderen Körpern verknöchert angetroffen wurde oder 2) wenn dasselbe in unmittelbarer Continuität mit Knochen oder doch mit Knorpel, dessen Verknöcherungsfähigkeit uns bereits bekannt ist, steht, so kann man auch das ossificirende Blastem an der Beinhaut für Knorpel halten, allein dann gehören auch viele Sehnen und Bänder, weil sie an Knochen stossen, die verknöchernden Sehnen der Vögel, die ossificirenden pathologischen Exsudate ohne Ausnahme, das ossificirende Blastem des Zahnkittes und vieles andere mehr zu den Knorpeln. Wenn die Behauptung aufgestellt wird, dass die ossificirenden Periostablagerungen kein Knorpel seien, so kann man dies nicht dadurch wiederlegen, dass man sagt, was ossificirt ist Knorpel, sondern nur, indem man zeigt, dass dieselben mit dem, was die Histiologie Knorpel nennt, übereinstimmen. Nun sind aber dieselben, um von ächter Knorpelsubstanz gar nicht zu reden, mit der sie nicht die geringste Aehnlichkeit haben, nicht einmal Faserknorpel, unterscheiden sich vielmehr, obschon sie eine Art von Bindegewebe führen, auch von den letztern durch ihre Weichheit, ihre chemische Beschaffenheit, indem sie wenigstens nach einigen von *Scherer* und mir beim Kalbe angestellten Versuchen nur Leim und kein Chondrin geben, und durch die indifferente Natur ihrer Zellen, die namentlich nie deutliche Membranen und ausgebildetere Kerne haben, wie es doch für Knorpelzellen namentlich in Faserknorpeln charakteristisch ist. — Auch in einem andern Puncte irrt *H. Meyer* durchaus, wenn er nämlich das ossificirende Blastem innerhalb des Periostes entstehen lässt und behauptet, dass zwischen jeder neuen Knochenschicht und dem fertigen Knochen noch eine Schicht von Beinhaut sich finde, die der Perichondriumlage unter manchen aufgelagerten Schädelknochen entspreche, mit der Ausnahme

dass sie durch feste, beide Knochenlagen verbindende Stäbchen durchsetzt werde. Es ist mir unbegreiflich, wie *H. Meyer* die ungemeine Verschiedenheit der von ihm zusammengebrachten Theile hat übersehen können. Einmal ist das Periost wachsender Knochen im Wesentlichen ganz so gebildet, wie Periost überhaupt, nur gefässreicher, während die in den neuen Knochenauflagerungen nach innen von dem ossificirenden, von der Beinhaut ganz verschiedenen Blasteme noch befindlichen Weichtheile, wie dieses letztere aus jungem Bindegewebe, Markzellen und, wo sie an Haversische Kanäle anstossen, eigenthümlichen Körpern (siehe weiter unten) bestehen und kein elastisches Gewebe enthalten und zweitens ist auch das angeführte Perichondrium bei einigermaassen vorgeschrittener Entwicklung eine aus fertigem Bindegewebe, Gefässen und Kernfasern gebildete Haut und ohne irgend welche Aehnlichkeit mit dem erwähnten Blastem. — Ich kann demzufolge von meiner früheren Behauptung, dass ein nicht knorpeliges weiches, innen am Periost befindliches Blastem dem Dickenwachsthum der Knochen vorstehe, nicht abgehen und will nun noch einen näheren Blick auf dasselbe werfen.

Das Periost sich entwickelnder Knochen ist relativ sehr dick und gefässreich und besteht schon vom fünften Fötalmonate an aus gewöhnlichem Bindegewebe und Kernfasern, von denen die letzteren mit der Zeit immer stärker werden und hie und da die Natur elastischer Fasern annehmen. An der innern Seite dieser ganz ausgebildeten Beinhaut nun sitzt das ossificirende Blastem fest am Knochen adhärirend (Fig. 114. *B*)), so dass es beim Abziehen derselben meist an ihm sitzen bleibt, als eine mässig dicke, weiche, weissgelbliche Lamelle, in der die mikroskopische Untersuchung ein Fasergewebe mit nicht gerade besonders deutlicher Fibrillenbildung etwa wie unreifes Bindegewebe und granulirte, länglichrunde oder runde kernhaltige Zellen ohne unterscheidbare Membranen und von 0,006 — 0,01''' Grösse nachweist. Hebt man diese Lamelle von dem Knochen ab, so findet man, dass sie sehr innig mit den oberflächlichsten Schichten desselben zusammenhängt und trifft an ihrer inneren Seite gewöhnlich einzelne losgelöste Knochenfragmente und zerstreut stehende Häufchen von röthlich weichem Mark aus den oberflächlichsten Knochenräumen. Der entblösste Knochen hat, wenn die Ablösung vorsichtig und mit Glück erfolgte, eine rauhe, wie poröse Oberfläche, mit vielen markhaltigen Räumen und ist in seinen äussersten Theilen auf grössere oder

Fig. 114.

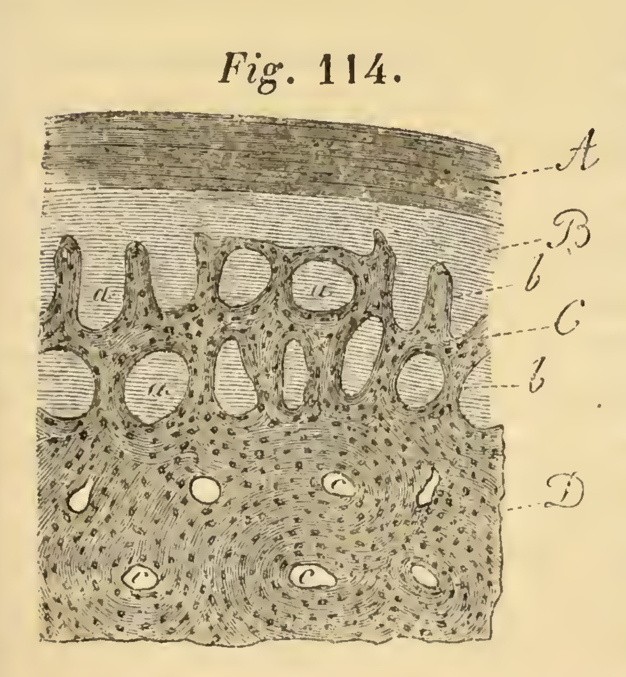


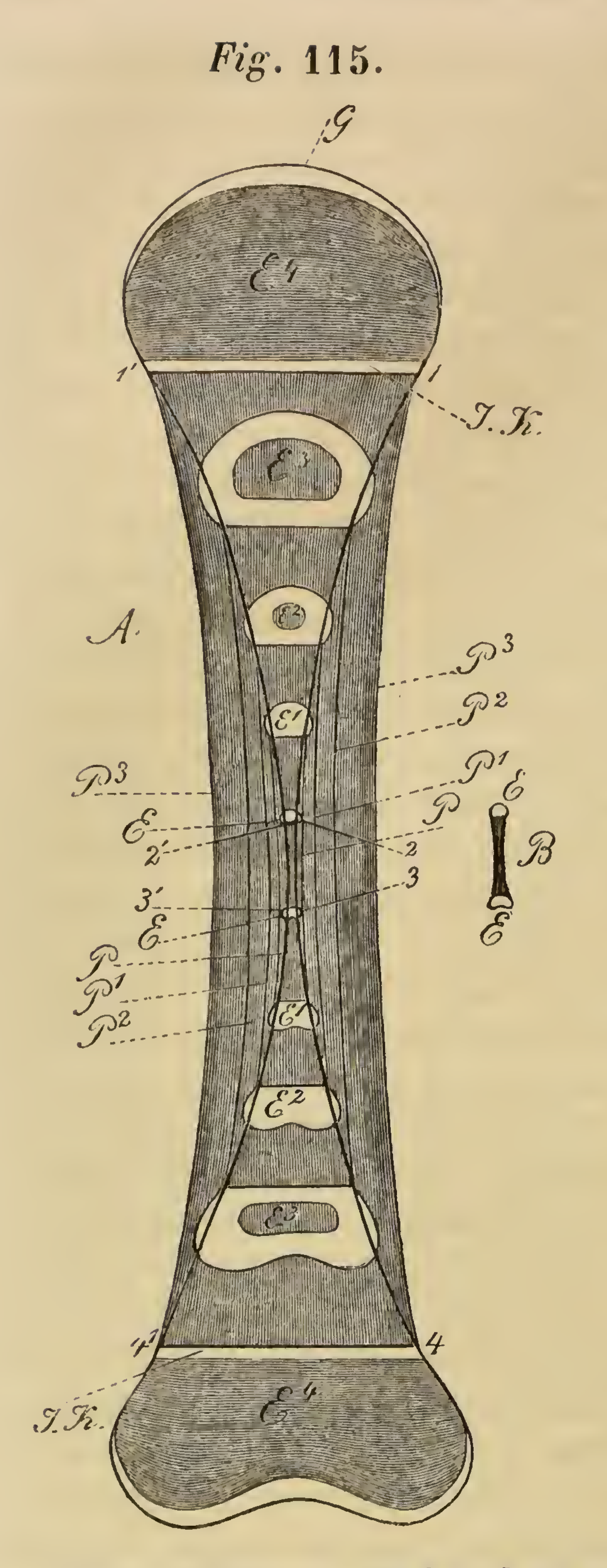
Fig. 114. Querschnitt aus der Oberfläche der Diaphyse des Metatarsus des Kalbes, 45 mal vergr. *A*. Periost. *B*. Ossificirendes Blastem. *C*. Junge Knochenlage mit weiten Räumen *a*, in denen Reste des ossificirenden Blastemes sitzen, und netzförmig verbundenen Balken *b*, die ziemlich scharf gegen das Blastem sich abgrenzen. *D*. Entwickeltere Knochenlage mit Haversischen Kanälen *c*, die von ihren Lamellen umgeben sind.

kleinere Strecken noch ganz weich, blassgelb und durchscheinend, weiter nach innen dagegen immer fester und weisslicher, bis er endlich das gewöhnliche Ansehen fertiger Knochensubstanz annimmt. Frägt man, wie die hier unzweifelhaft stattfindende Knochenbildung zu Stande kommt, so wird man auf das angegebene Blastem verwiesen, dessen in bindegewebeartige Fasern eingestreute Zellen mit Knorpelzellen nicht die mindeste Aehnlichkeit haben, sondern ganz wie fötale Markzellen oder Bildungszellen von Embryonen aussehen. In der That ist es nun nicht so schwer nachzuweisen, dass die äussersten, noch weichen Knochenlamellen mit ihren einzelnen Balken und Vorsprüngen in besagtes Blastem übergehen und dass 1) die Grundsubstanz des Knochens aus dem Fasergewebe desselben durch einfache gleichmässige Ablagerung von Kalksalzen, jedoch, wie es scheint, constant ohne vorheriges Auftreten von Kalkkrümeln entsteht, und 2) die Knochenzellen aus den Bildungszellen des Blastemes sich hervorbilden; doch lässt sich in Betreff der letzteren die Umwandlung nicht Schritt für Schritt vorfolgen, wie bei rhachitischen Knochen. Immerhin sieht man so viel, dass die Knochenzellen anfangs grössere Höhlen, weniger entwickelte Strahlen und deutlichere Kerne (letztere, wie wir wissen, bleibend) haben und, wie ihre noch hie und da sichtbaren Contouren lehren, auch in der Grösse ganz mit den angeführten Zellen übereinstimmen, so dass ich keinen Augenblick daran zweifle, dass dieselben hier ebenso wie an anderen Orten sich bilden. — In Betreff der Entwicklung des ossificirenden Blastemes selbst, so ist so viel sicher, dass dasselbe aus den so zahlreichen Gefässen des fötalen und jungen Periostes stammt; die Entstehung seiner Fasern aus Spindelzellen habe ich beim Menschen und bei Thieren sehr häufig gesehen, kann dagegen über die der Zellen nur Das aufführen, dass dieselben in verschiedenen Grössen und auch hie und da mit freien Kernen untermischt vorkommen.

2. Die Knochenablagerungen am Perioste finden zwar an Allen Stellen, wo dasselbe mit dem Knochen in Verbindung ist, jedoch nicht in zusammenhängenden, sondern netzförmig durchbrochenen Lamellen statt. Die rundlichen oder länglichen Räume (Fig. 114. *a*), die zwischen dem Knochengewebe übrig bleiben und in den verschiedenen Schichten mit einander in Gemeinschaft stehen, sind nichts als die Anlagen der Haversischen oder Gefässkanälchen der compacten Substanz, und enthalten weiches röthliches Mark, dass offenbar anfänglich nichts anderes als der nicht ossificirende Theil des knochenbildenden Blastemes ist, jedoch bald mehr Bildungszellen als Bindegewebe führt. Sehr bald gestalten sich die Zellen dieser Räume zu gewöhnlichen leicht röthlichen Markzellen und verwandeln sich zum Theil in Gefässe, welche mit denen der inneren Theile des Knochens und namentlich auch mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen und einmal mit den Letzteren vereint, während des ganzen Dickenwachsthumes der Knochen mit ihnen in Communication bleiben, so dass die Bildung der Knochenlücken wenigstens später durch dieselben vorgezeichnet ist, die, dem Gesagten zufolge, aus der Beinhaut durch das ossificirende Blastem zum Knochen gehen. Ausser Markzellen und Gefässen, sowie etwas Bindegewebe, enthalten die Knochenräume der Periostablagerungen auch noch andere eigenthümliche Gebilde (Fig. 113. *b*), welche offenbar

schon *Bidder* (l. c. pg. 393) gesehen hat, nämlich runde, längliche oder zackige, abgeplattete, leicht granulirte, zellenartige Körper von 0,01 — 0,02''' und darüber Grösse, mit 3 bis 12 und mehr bläschenartigen Kernen und Kernchen, die mir sowohl in Bezug auf ihre Natur (ob sie Zellen sind oder nicht) und ihre Bedeutung vollkommen räthselhaft blieben und namentlich auch keine Beziehung zur Knochen- oder Gefässbildung in den fötalen Haversischen Kanälen erkennen liessen. Am liebsten möchte ich noch in ihnen Cytoblastemmassen sehen, in denen Kerne sich bilden und dann vielleicht später Markzellen oder Bildungszellen der Knochenzellen, indem die einzelnen Kerne einen Theil des Cytoblastemes sich aneignen und Membranen um dasselbe bilden, mit welcher Ansicht auch das Vorkommen solcher Gebilde hie und da in Haversischen Kanälen des Erwachsenen nicht im Widerspruch steht. — Die Periostablagerungen, die, dem Gesagten zufolge, von Anfang an als siebförmig durchbrochene Lamellen die aus Knorpel entstandenen Knochenkerne umlagern, dauern nun, so lange die Knochen überhaupt wachsen, wesentlich in derselben Weise fort und bewirken die Dickenzunahme derselben, zugleich ergeben sich aber auch mehr oder minder wesentliche Veränderungen in ihnen und zwar die bedeutendsten in den grossen Röhrenknochen. Bei diesen finden wir, dass nach und nach, und zwar von der Geburt an deutlicher, im Innern eine grosse Höhle, anfangs mit fötalen Markzellen und später mit fertigem Marke erfüllt, sich entwickelt. Diese Markhöhle bildet sich ganz nach Analogie der schon im vorigen Paragraphen beschriebenen Markräume durch Verflüssigung der Knochensubstanz im Mittelstück und zwar zuerst nur der aus der primitiven knorpeligen Anlage entstandenen, bald auch der aus dem Perioste auf diedieselbe aufgelagerten, und entwickelt sich bemerkenswerther Weise immer weiter, so lange der Knochen überhaupt wächst. Mithin wird, ähnlich wie an den Enden der Diaphysen, so auch an den Flächen derselben, während äusserlich immer neuer Knochen sich anlegt, der schon gebildete von innen her fortwährend resorbirt und zwar combiniren sich diese beiden Processe so, dass der Knochen während seiner Entwicklung gewissermaassen mehrmals sich regenerirt und z. B. der Humerus des Erwachsenen kein Atom der Knochensubstanz desjenigen des Neugebornen und dieser Nichts von dem des dreimonatlichen Embryo enthält. Am deutlichsten werden diese Verhältnisse, sowie überhaupt die der Periost- und Knorpelablagerungen zueinander durch ein Schema (Fig. 115.), dessen ich mich schon längst bei meinen Vorträgen bediene. Vergleichen wir hier den ursprünglichen Knochen EE mit dem fast fertigen E^4E^4, so zeigt sich, dass beim Längenwachsthum der Diaphysen des letzteren auf beiden Seiten auf Rechnung des fortwachsenden Epiphysenknorpels ein langer Conus von Knochenmasse 1, 2, 1^1, 2^1 und 3, 4, 3^1, 4^1 erzeugt worden ist, an den dann schliesslich die ebenfalls im Knorpel entstandenen Epiphysenkerne E^4E^4 sich anschliessen, während beim Dickenwachsthum desselben die immer längeren und in der Mitte immer dicker werdenden röhrenförmigen Schichten P, P^1, P^2, P^3 dazugekommen sind. Bei einem solchen Röhrenknochen hat demnach der gesammte, aus Knorpel gebildete Theil die Gestalt eines Doppelkegels mit abgerundeten Basen, der aus dem Periost abgelagerte 1, 2, 3, 4, P^3 und 1^1, 2^1, 3^1, $4^1 P^3$ die einer langen, in der Mitte dicksten Röhre ähnlich einem

Fig. 115.



langgestreckten hohlen Fischwirbel mit konisch vertieften Endflächen. Der Gelenkknorpel G ist der nicht verknöcherte Rest des Epiphysenknorpels und die in der Figur nicht bezeichnete Markhöhle (man kann sich dieselbe ungefähr durch die Contouren des vierten Knochens E^3E^3 angedeutet denken), ist entstanden durch Resorption der gesammten aus Knorpel und Periost entstandenen Knochenmassen der jüngeren Knochen, hier der ersten drei EE, E^1E^1 und E^2E^2.

Bei den Röhrenknochen ohne Markhöhle und bei allen anderen Knochen, die im Innern nur schwammige Substanz enthalten, geht die Resorption lange nicht so weit wie in den eben beschriebenen Fällen, d. h. nur bis zur Erzeugung einer lockeren schwammigen Substanz im Innern, und wir finden daher z. B. in den Wirbeln auch von den früheren Knochenanlagen noch mehr oder minder bedeutende Reste. Immerhin betrifft die Resorption auch hier nicht blos die aus dem Knorpel gebildeten Kerne, sondern auch die Periostablagerungen, von denen nur die letzten mehr in ihrer ursprünglichen Form als *Substantia compacta* dieser Knochen stehen bleiben.

Zur Untersuchung der Art und Weise, wie die Knochen in die Dicke wachsen, sind seit der Entdeckung *Duhamel's* (*Mémoires de l'Académie de Paris* 1742, pg. 384 und 1743, pg. 138), dass die Knochen von Thieren durch Fütterung derselben mit Krapp (*Rubia tinctorum*) sich roth färben, an wachsenden Thieren namentlich durch *Flourens* eine grosse Anzahl von Experimenten mit dem genannten Farbstoffe gemacht worden, indem man anfänglich glaubte, dass derselbe nnr die nach seiner Darreichung gebildeten Knochentheile färbe. Seitdem sich aber gezeigt hat (*Rutherford* bei *Hildebrandt-Weber I*, pg. 339, *Gibson* in *Meck. Archiv IV*,

Fig. 115. Schema des Wachsthumes eines Röhrenknochens. *A*. Erste Anlage in der Diaphyse schon ossificirt mit knorpeligen Epiphysen. *B*. Derselbe Knochen mit noch vier weiteren Stadien, E^1PPE^1, $E^2P^1P^1E^2$, $E^3P^2P^2E^3$, $E^4P^3P^3E^4$. P $P^1P^2P^3$ Periostablagerungen dieser vier Knochen. Das zwischen 1, 2, 3, 4 und 1^1, 2^1, 3^1, 4^1 Befindliche bezeichnet den Theil, der am grössten Knochen aus Knorpel entstanden ist. E^1E^1 knorpelige Epiphysen des zweiten Knochens, E^2E^2 Epiphysen des dritten Knochens, die eine mit einem Knochenkern, E^3E^3, E^4E^4 Epiphysen des vierten und fünften Knochens, alle mit grösseren Epiphysenkernen. *G*. Gelenkknorpel, *I. K.* interstitieller Knorpel zwischen den knöchernen Apophysen und Diaphysen.

pg. 482, *Bibra* l. c. und *Brullé* und *Huguény* l. c.), dass bei Krappfütterung der ganze wachsende Knochen und auch die Knochen erwachsener Thiere sich färben und zwar vorzüglich von allen Stellen aus, an denen sie mit den Blutgefässen in Verbindung stehen, indem auch das Mark sich färbt (*Bibra*), wesshalb auch die innersten Lagen der Haversischen Kanälchen, die Oberflächen am Periost, die blutreiche junge Knochensubstanz intensiver sich röthen, hat diese Methode so ziemlich an Werth verloren, doch sind immer noch einige Puncte einer weitern Erforschung auf diesem Wege werth, namentlich mit Bezug auf die neueren Angaben von *Brullé* und *Huguény*, die, gestützt darauf, dass, wie sie behaupten, die Entfärbung wachsender gefärbter Knochen nur durch Resorption des Gefärbten zu Stande komme, gefunden haben wollen, dass die Röhrenknochen auch von innen, namentlich an den Apophysen Knochensubstanz ansetzen, während an der äusseren Fläche oft gerade eine Resorption stattfinde, Angaben, über die ich mir vorläufig kein bestimmtes Urtheil erlaube, obschon auch ich es für ganz sicher halte, dass an vielen Stellen auch äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung an Knochen eine Resorption stattfindet. Nur durch eine solche Resorption ist die Vergrösserung des *Foramen magnum* vom sechsten Jahre an, in welchem die es begrenzenden Stücke verschmelzen, zu denken, und dasselbe gilt auch von den Löchern der Wirbel für das Rückenmark, und vielen Gefäss- und Nervenöffnungen (*Foramen ovale* und *rotundum* des Keilbeins, *Foramina intertransversaria*, *Canalis caroticus* etc. etc.). Mithin ist das von *Serres* aufgestellte Gesetz (*Meck. Archiv* 1822, pg. 455), dass Knochenöffnungen durch das Wachsthum der einzelnen sie begrenzenden Stücke sich vergrössern, für alle mitten in Knochen liegenden Löcher und Kanäle ganz unrichtig, wie dies schon *E. H. Weber* und *Henle* theilweise ausgesprochen, und auch für die anderen nur für die ersten Zeiten gültig.

3. Die Haversischen Kanäle entstehen, wie aus dem Bisherigen zur Genüge hervorgeht, nicht wie die Markräume der primären Knochensubstanz durch Verflüssigung schon vorhandenen Gewebes, sondern sind nichts anderes als in den Periostablagerungen ursprünglich offenbleibende Lücken. Dieselben besitzen (siehe auch *Valentin Entw.* pg. 262) in früher Zeit eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, so im Humerus von fünf Monaten 0,016—0,024''', beim Neugebornen nach *Harting* (pg. 78) im Femur 0,010—0,024''', ebenso in den jüngst gebildeten Ablagerungen auch der späteren Perioden und sind in Bezug auf ihren Inhalt schon besprochen. Der wichtigste von ihnen noch zu erwähnende Umstand ist die Art und Weise, wie ihre Lamellensysteme entstehen. Dieselben kommen, wie ich gezeigt habe, ebenfalls ohne Mithülfe von Knorpel zu Stande und sind nichts als successive Ablagerungen aus ihrem Inhalte, der, wie schon angegeben wurde, in seinen Fasern und Zellen mit denen des ossificirenden Blastemes innen am Perioste ganz übereinstimmt und gewissermaassen nur ein anfänglich nicht verknöcherter Ueberrest desselben ist. Leicht ist die Beobachtung dieser Verhältnisse an jungen Knochen, bei denen die Periostablagerungen, bevor sie einer etwaigen Auflösung anheimfallen, durch diese neuen secundären Lamellen immer compacter werden, aber auch in späteren Zeiten kann man an den Wänden der

fraglichen Kanälchen ein mehr oder weniger ossificirtes Blastem (immer ohne Kalkkrümel) sehr häufig wahrnehmen. Während so die Gefässkanälchen auf der einen Seite durch secundäre Anlagerungen sich verengern, welche gerade wie bei den Periostablagerungen selbst geschichtet erscheinen, weil entweder das ossificirende Blastem geschichtet ist oder die Knochenablagerung in bestimmten Zeiträumen Pausen macht, erweitern sich später wenigstens einige derselben durch Resorption, wie z. B. die *Canales nutritii*, die grossen Gefässöffnungen an den Apophysen u. s. w. und wird, wie schon bemerkt, die compacte Substanz an vielen Orten theilweise, an einigen selbst ganz resorbirt.

4. Wie die Knochen an den Stellen, wo Sehnen und Bänder ohne Vermittlung von Periost direct an sie sich einpflanzen, in die Dicke wachsen, ist noch unausgemacht. Vielleich darf man aus dem Umstande, dass bei Erwachsenen an vielen solchen Stellen zwischen den Sehnenfasern wirkliche Knorpelzellen vorkommen, deren Uebergang in die Knochenzellen selbst da noch oft sehr schön zu sehen ist, schliessen, dass Aehnliches auch in früheren Zeiten sich findet. In der That habe ich auch bei jungen Individuen an den Ansatzstellen mancher Sehnen und Bänder (Achillessehne, *Lig. calcaneo-cuboideum*, *Aponeurosis plantaris* u. s. w.) an Knochen ebenfalls Knorpelzellen und ihre Metamorphosen in Knochenzellen gesehen. Sehr häufig setzen auch Sehnen und Bänder an lange knorpelig bleibende Theile, Epiphysen, *Tuberositas calcanei* z. B., sich an und da kommt das Wachsthum dieser Stellen natürlich einfach auf Rechnung des Knorpels zu Stande.

Ich nehme hier Gelegenheit, noch einige Zahlen mitzutheilen, die wir *Harting* verdanken. Die Markhöhlen langer Knochen sind beim viermonatlichen Embryo und beim Erwachsenen relativ weiter als beim Neugebornen, was beweist, dass die Anlagerung von Aussen und die Auflösung innen nicht immer gleichen Schritt halten. Beim Fötus ist der von den Markkanälchen eingenommene Raum im Verhältniss zur festen Knochensubstanz etwa 340mal grösser als beim Neugebornen und Erwachsenen, und in Knochen des Neugebornen sind in einem gegebenen Knochensegmente nur der dritte Theil und in denen des Erwachsenen nur der sechste Theil der Markkanälchen des viermonatlichen Fötus enthalten. Wenn *Harting* angibt, dass die Knochenhöhlen beim Neugebornen grösser als beim Fötus und bei diesem wieder grösser als beim Erwachsenen sind, so stimmt diess mit den Beobachtungen von *Valentin* (l. c. pg. 263) nicht überein, nach dem, wie ich ebenfalls finde, die Höhlen beim Erwachsenen grösser sind als beim Fötus. Uebrigens ist bei allen diesen Angaben zu berücksichtigen, dass sie sich nicht auf eine und dieselbe, im Laufe der Zeit Veränderungen erleidende, sondern auf ganz verschiedene Knochensubstanzen beziehen, da, wie wir oben sahen, die Knochen mehrmals sich ganz neu gestalten.

Werfen wir schliesslich noch einen Rückblick auf die Ablagerungen aus dem Periost, so zeigt sich, dass dieselben in einem gewissen Gegensatze zu der Knochensubstanz, die aus Knorpel sich entwickeln, steht. Die ersteren bilden vorzüglich die feste Rinde der knorpelig präformirten Knochen und zeichnen sich durch das Vorkommen der Haversischen Kanälchen und ihrer Lamellensysteme aus, während die letztere die *Substantia spon-*

giosa erzeugt und keine Gefässkanälchen führt. Doch ist nicht zu vergessen, dass auch die Periostablagerungen anfänglich alle gewissermaassen spongiös sind und in Allen diesen Knochen ohne Ausnahme zur Bildung der schwammigen Substanz und zwar oft sehr wesentlich beitragen, ferner dass auch in der zelligen Substanz, die aus Knorpel entsteht, in den Apophysen z. B., secundäre Ablagerungen, ähnlich denen der Haversischen Kanäle und der aus Periostablagerungen entstandenen spongiösen Substanz, nur nicht so entwickelt, vorzukommen scheinen. Wie die Grundsubstanz der beiden hier in Frage stehenden Knochengewebe morphologisch und chemisch sich verhält, ist auch noch nicht ausgemacht. Es liegt zwar nahe, zu vermuthen, dass die leimgebende Substanz, die man aus dem Knochenknorpel erhalten hat, nur aus der *Substantia compacta*, die aus dem ossificirenden weichen leimgebenden Blasteme sich bildet, stammt, da man doch gewöhnlich Röhrenknochen zur Analyse benutzte, und dass spongiöser Knochenknorpel, der aus wahrem Knorpel entsteht, die Reaction auf Chondrin geben wird, allein die Untersuchung bestätigt diese Vermuthung nur zum Theil, indem ich wenigstens in der untern Epiphyse des Femur eines 18jährigen Menschen und dem Siebbeine des Kalbes vorzüglich Leim und nur wenig Chondrin fand; doch berichtet *Schwann*, dass er aus den Knochen von 3″ langen Schweineembryonen durch Kochen eine zwar nicht gerinnende, aber gegen Essigsäure und Alaun wie Chondrin reagirende Flüssigkeit erhielt. — Ferner scheint auch ein Zerfallen in Fasern bei der Rindensubstanz der Knochen, entsprechend ihrer ursprünglichen bindegewebigen Grundlage, häufiger vorzukommen als beim Knochenknorpel der *Substantia spongiosa*. Dagegen zeigen die Knochenhöhlen der beiderlei Theile nicht die geringsten Unterschiede.

§. 108.

Nicht knorpelig präformirte Knochen kommen beim Menschen nur am Schädel vor. Dieselben entstehen ausserhalb des Primordialcranium zwischen ihm und dem Muskelsysteme, also innerhalb der Gebilde, die das Wirbelsystem bilden, sind bei dem ersten Auftreten des Schädels als häutige und knorpelige Kapsel noch gar nicht vorhanden, sondern entstehen erst nach dem Primordialcranium aus einem secundären Blasteme, daher sie zum Unterschiede von den anderen primären Knochen, deren Bildungsmaterial früher da ist, secundäre Knochen oder auch, da sie an den meisten Stellen mit Theilen des Primordialschädels in Berührung sind, Deckknochen oder Belegknochen heissen. Es gehören zu denselben die Schuppe des Hinterhauptbeines in ihrer oberen Hälfte, die Scheitelbeine, Stirnbeine, Schuppen der Schläfenbeine und die Paukenringe, die Nasenbeine, Thränenbeine, Jochbeine, Gaumenbeine, Oberkiefer, Unterkiefer, die Pflugschaar und, wie es scheint, die innere Lamelle des Flügelfortsatzes des Keilbeines und die *Cornua sphenoidalia*. Das Blastem dieser Knochen, das, verschieden von dem der primären

Knochen, erst mit der Ossification in einer membranösen Grundlage successive sich entwickelt und nicht schon vorher in einer grösseren Masse vorhanden ist, verhält sich im Wesentlichen ganz wie das der Periostablagerungen und ossificirt auch genau ebenso.

Die Annahme, dass gewisse Schädelknochen des Menschen und der Säugethiere nicht aus Knorpel, sondern aus einer häutigen weichen Grundlage sich entwickeln, ist keineswegs neu. Schon bei *Ruysch* (*Thes. anat. III* in der Erklärung zur Tab. 1) finden sich Andeutungen hiervon und *Nesbitt* (*Human Osteogeny*, *London* 1736, *übersetzt von Greding*, *Altenburg* 1753, pg. 7 u flgde.) hat diesen Satz (auch für die Periostablagerungen) mit aller nur möglichen Bestimmtheit ausgesprochen. Später haben auch *Béclard* (*Elémens d'anatomie générale*, pg. 294 und *J. Howship* (*Beobachtungen über d. gesunden u. krankhaften Bau der Knochen, übers. v. Cerutti*, *Leipzig* 1822, pg. 2) ähnliche Ansichten gehegt, doch vermochten diese Forscher alle nicht den von *Kerkring*, *Haller* u. A. vertheidigten Satz, dass jeder Knochen aus Knorpel entstehe, umzustossen. Erst in der neueren Zeit drang, obschon auch *Miescher* (l. c. pg. 20) an den Umgrenzungen der sich bildenden Schädelknochen Knorpel gesehen haben wollte, die besagte Annahme immer mehr durch, indem zuerst *Dugès* (*Recherches sur l'ostéologie etc. des batraciens à leurs différents âges, Paris* 1835) für die nackten Amphibien die Entstehung gewisser Kopfknochen nicht im Knorpel, sondern im Perichondrium aussprach und dann auch *Reichert* für die Säugethiere und Vögel die Verknöcherung der meisten Gesichtsknochen aus einem weichen Blasteme schilderte (*Ueber die Visceralbogen der Wirbelthiere etc.* in *Müll. Archiv* 1837, pg. 120 und *Vergl. Entw. des Kopfes der nackten Amphibien etc.* 1838), welchen Angaben *Rathke* (*Entwicklung der Natter* 1839 und *Vierter Bericht des naturw. Seminars in Königsberg* 1839) zum Theil folgte, während *Jacobson* (*Verhandlungen der skandinav. Naturf. in Stockholm* 1842, *Müll. Archiv* 1844, pg. 37) dieselben insofern erweiterte, dass er nachwies, dass auch die Schädelknochen der Säugethiere nicht aus Knorpel entstehen, wie noch *Reichert* angenommen hatte, sondern aussen an dem knorpeligen, wie er glaubte, ganz geschlossenen von ihm sogenannten, Primordialcranium. Diese Erfahrungen *Jacobson's*, welche *Spöndli* (*Ueber den Primordialschädel der Säugethiere und des Menschen*, *Zürich* 1846) und ich bestätigten und insofern berichtigten, als wir nachwiesen, dass das knorpelige Cranium beim Menschen und bei Säugethieren nicht ganz geschlossen sei, wurden dann namentlich benutzt, um diesen Gegenstand vom vergleichend-anatomischen Standpuncte aus zu beleuchten und zu zeigen, dass, entgegen den Annahmen *Reichert's*, die Schädelknochen auch der höheren Wirbelthiere dieselbe Bedeutung haben, wie die der Fische und Batrachier, die auf Knorpel aufliegen und dass die bleibenden Knorpelschädel der Cyclostomen, Plagiostomen etc., den knorpeligen Primordialcranien der Säugethiere entsprechen, so von *J. Müller*, *Stannius*, *Owen*, *Bergmann*, *Brühl* und mir (siehe meinen *zootomischen Bericht*, pg. 40), jedoch blieb das histiologische Moment dieser Frage ganz unberücksichtigt, bis *Sharpey* (*Quain's Anatomy*) und ich

(*Zootomischer Bericht* 1849) dasselbe aufnahmen und zeigten, dass das weiche Blastem, aus dem die fraglichen Kopfknochen entstehen, gerade wie bei den Periostablagerungen, nur Bindegewebe mit eingestreuten gewöhnlichen Bildungszellen ist, und in anderer Weise als der Knorpel in Knochen sich umwandelt. In der neuesten Zeit nun haben in histiologischer Beziehung ganz an *Sharpey* und mich sich angeschlossen *Fr. Betz* (*Ueber den Primordialschädel* in *Fr. Notizen* 1848, pg. 163 und *Stannius* (*Müll. Arch.* 1849, pg. 533), und letzterer auch in vergleichend-anatomischer Beziehung seine Uebereinstimmung mit meinen Ansichten erklärt, auf der anderen Seite aber *A. Bidder* (*De cranii conformatione, Dorpati* 1847), *H. Meyer* (l. c.) und *Reichert* (*Zur Controverse über den Primordialschädel* in *Müll. Arch.* 1849, pg. 443), namentlich der letztere fast in allen Puncten abweichende Sätze aufgestellt. In Betreff des Vergleichend-Anatomischen der Streitfrage verweise ich auf meine eben erschienene Entgegnung (*Zeitschrift f. wiss. Zool.* Bd. II, pg. 281), was dagegen das Histiologische anlangt, so will ich bemerken, dass *H. Meyer* wie die Früheren die Schädelknochen Alle aus Knorpel entstehen und durch solchen wachsen lässt, während *A. Bidder* und *Reichert* zwischen den Blastemen derselben die nämlichen Grenzen ziehen wie ich, und nur darin abweichen, dass sie, was ich für weiches Blastem halte, „häutig knorpelig“ nennen und mit Faserknorpel vergleichen, jedoch von dem ächten Knorpel, hyalinem Knorpel nach ihnen, durchaus unterscheiden. Ich sehe mich durch das von diesen drei Forschern Vorgebrachte in meiner Ansicht von diesem Blasteme nicht schwankend gemacht, verweise jedoch, da dasselbe mit dem der Periostablagerungen ganz übereinstimmt, auf das Oben von diesem Bemerkte und auf meine eben berührte Mittheilung.

Nach diesen historischen Bemerkungen will ich noch einen näheren Blick auf die Verknöcherung der secundären Kopf knochen werfen, wobei ich mich jedoch kurz fassen kann, da dieselben fast ganz mit den Periostablagerungen übereinkommen. Die secundären Schädelknochen treten Alle zuerst in Gestalt eines ganz beschränkten, länglichen oder rundlichen, aus etwas Grundsubstanz und einigen wenigen Knochenhöhlen bestehenden Knochenkernes auf, der von einer geringen Menge weicheren Blastemes umgeben ist. Wie dieser Kern entsteht, ist noch nicht beobachtet, doch möchte aus der Art und Weise, wie er fortschreitet, mit Sicherheit zu entnehmen sein, dass kurze Zeit vor seinem Auftreten an seiner Stelle eine kleine Lamelle von dem weichen geschilderten Blasteme sich bildet, die dann von einem Puncte aus durch Aufnahme von Salzen und Metamorphose ihrer Zellen verknöchert. Ist einmal ein erster Knochenpunct, z. B. beim Scheitelbein, da, so schreitet derselbe, während das membranartig ausgebreitete Blastem in der Fläche wächst, so fort, dass bald eine zarte Lamelle von netzförmig vereinten Knochenbälkchen entsteht, die mit feinen Strahlen in das noch nicht verknöcherte Blastem auslaufen (Fig. 116,

Fig. 116.

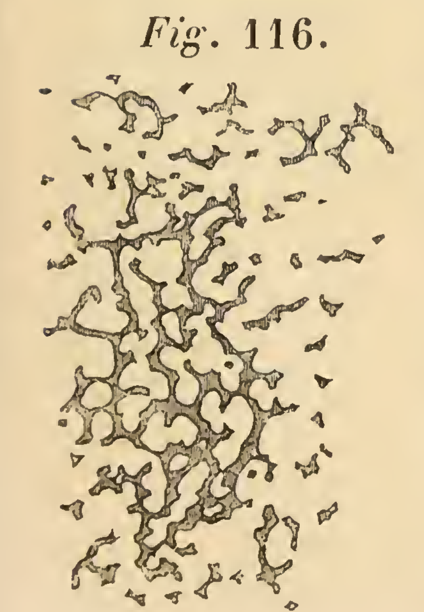


Fig. 116. Scheitelbeinanlagen eines 12 Wochen alten menschlichen Fötus, 18 mal vergr.



Fig. 118.

117, 118). Untersucht man dieselbe genauer, so findet man, dass die einzelnen Knochenbälkchen in dem membranartigen Blasteme durch Ossification seiner Elemente entstanden sind und dasselbe gewissermaassen, wo sie sitzen, ganz aufgezehrt haben, während Reste davon in ihren Lücken liegen geblieben sind, ferner, dass die Bildung der Knochenelemente ganz wie bei den Periostablagerungen vor sich geht, indem die einzelnen Knochenstrahlen immer weicher, blasser und ärmer an Salzen und in ihren Zellen

Fig. 119.



Fig. 117. Scheitelbein eines 14 Wochen alten Fötus, 18 mal vergr.

Fig. 118. Ein Stückchen aus dem Ossificationsrande des Scheitelbeines eines fünfmonatlichen Fötus, 90 mal vergr. *a*. Ossificirende Lamelle, *b*. weiche Strahlen von Blastem in derselben, die zur Ossification sich anschicken, *c*. isolirte Knochenpuncte in denselben, *d*. Knochenstrahlen, die mit schon gebildeter Knochensubstanz zusammenhängen.

Fig. 119. Obere Hälfte der Schuppe eines 14 Wochen alten Fötus. *a*. Stellen, wo dieselbe mit dem unteren Stück bereits verschmolzen ist.

immer ähnlicher den weichen Bildungszellen, endlich ohne Grenze in das weiche Blastem auslaufen und in demselben sich verlieren. Anfängfänglich nun ist bei diesen Knochen nur ein Flächenwachsthum da, indem die Strahlen, weiter laufend und durch Queräste sich verbindend, das anfängliche Netz immer weiter führen, bald aber tritt auch eine Verdickung der anfänglichen Lamelle durch innere und äussere, auf sie abgelagerte Schichten und zugleich ein Compacterwerden je der ältesten Theile ein. Erstere kommt auf Rechnung des Periostes, das an den Flächen der secundären Knochen kurze Zeit nach ihrem Auftreten gefunden wird und entweder aus deren ursprünglichem Blasteme oder aus den benachbarten Theilen (Perichondrium des Primordialschädels, Muskel- und Sehnenüberzüge) sich hervorbildet, und geht genau in derselben Weise wie bei den Periostablagerungen der knorpelig vorgebildeten Knochen vor sich, so nämlich, dass an der Innenseite derselben ein weiches Blastem sich anlagert, das von dem Knochen aus allmälig ossificirt, ohne je knorpelig gewesen zu sein (Fig. 120). Auf diese Weise nun bilden sich namentlich an der äusseren, aber auch an der inneren Seite des ersten Knochentäfelchens von demselben aus successive neue Lamellen und wird die Knochenanlage immer dicker. Alle diese neuen Lamellen sind wie die erste anfangs netzförmig durchbrochen und ihre rundlichen oder länglichen verschieden grossen Zwischenräume communiciren mit denen der schon vorhandenen und folgenden Lamellen, so dass die secundären Knochenkerne, gleich den Periostablagerungen, schon bei ihrem Entstehen von einem Netz von Kanälen durchzogen sind, die wie dort bald, z. Theil wenigstens, als Haversische sich kund geben. Anfänglich nur von weichem Blasteme, den Resten des Bildungsmaterials der verschiedenen Lamellen, erfüllt, werden dieselben bald durch fortschreitende Ossificationen in demselben, die theils als Brücken durch sie hindurchsetzen, wie bei den Knochenstrahlen der Ränder, theils als Ablagerungen an ihre Wände erscheinen, immer mehr verengt und schliesslich die einen ganz geschlossen, die anderen in wirkliche Gefässkanäle umgewandelt, indem ihr Inhalt aus seinen mittlerweile entstandenen Markzellen (Fig. 121.) Gefässe entwickelt, die mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen. Ist einmal ein solcher Knochen so weit, so ergeben sich seine späteren Veränderungen leicht. Durch immerfort an seinen

Fig. 120.

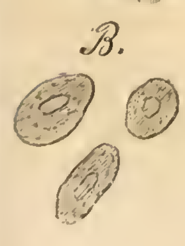
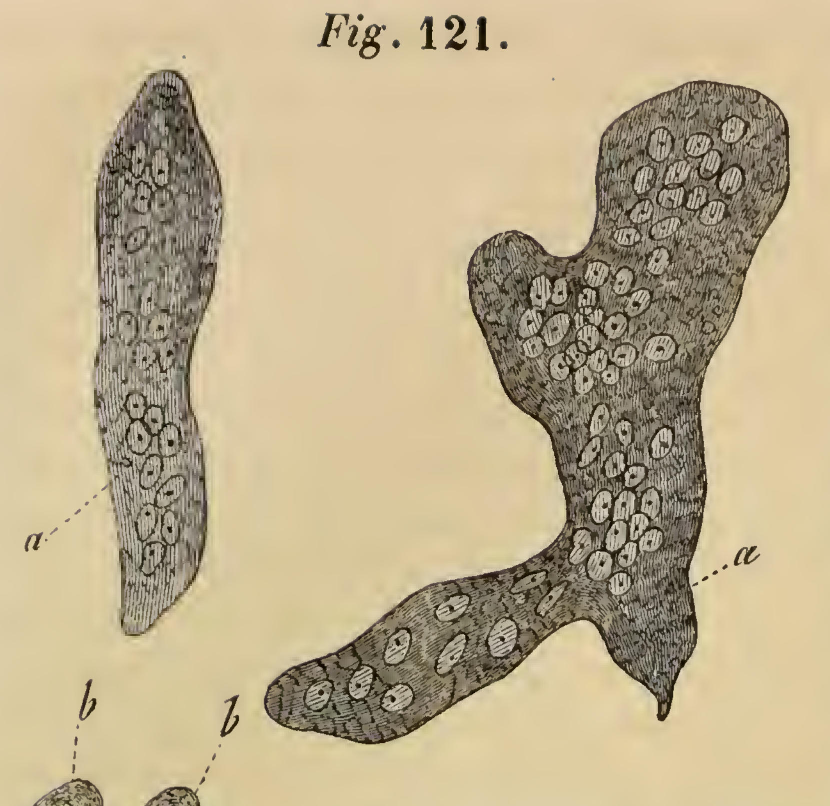


Fig. 120. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300 mal vergr. *a.* Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b.* Rand desselben. *c.* Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B.* Drei dieser Zellen 350 mal vergr.



Rändern und Flächen neu entstehendes Blastem wächst er so lange in die Fläche und Dicke fort, bis er seine typische Gestalt und Grösse erreicht hat und zugleich entsteht in seinem Innern durch Verflüssigung seiner compact gewordenen Substanz nachträglich spongiöse Substanz (oder selbst grössere Höhlen), so dass er dann, wie ein aus Knorpel und Periostablagerungen entstandener Knochen schliesslich ebenfalls aussen compacte Substanz mit Haversischen Kanälchen, innerlich Markräume, jedoch mit deutlichen secundären Ablagerungen, enthält.

Noch sind einzelne Puncte einer besonderen Berücksichtigung werth. Die secundären Schädelknochen ossificiren zum Theil früher als die primären und meist nur mit Einem Kern. Das weiche Blastem, aus dem sie entstehen und das, so lange sie wachsen, an ihren Flächen und Rändern zu treffen ist, wächst nicht von sich aus, etwa wie ein Knorpel, mit ihnen fort, sondern bildet sich aus einem von den Gefässen ihres Periostes, dessen zwei Lamellen an ihren Rändern verschmolzen sind, successive abgesonderten Plasma Schritt für Schritt hervor. Die Zellen desselben, deren Umwandlung in Knochenzellen wie bei den Periostablagerungen nicht in allen Einzelnheiten zu verfolgen ist, sind länglich, messen beim Menschen meist 0,006 — 0,01‴ und führen einen granulirten Inhalt mit länglichrunden Kernen von 0,0028 – 0,0048‴. Diejenigen unter ihnen, die das Dickenwachsthum besorgen (Fig. 121.), haben, mit Ausnahme derer der *Cavitas glenoidea ossis temporum*, nie die geringste Aehnlichkeit mit Knorpelzellen und verknöchern auch ohne Ausnahme mit ihrer Grundsubstanz ohne Kalkkrümel; die an den Rändern oder Enden dagegen können, wie es scheint, später die Natur von wahren Knorpel annehmen. Das auffallendste Beispiel hiervon, das ich schon in meinem zootomischen Berichte erwähnte, findet sich am Kopfe des Unterkiefers, wo schon während des Fötallebens eine mächtige Knorpellage sich herstellt, die, so lange der Knochen wächst, gerade wie ein Epiphysenknorpel seinem Längenwachsthume vorsteht. Aehnliches fand ich noch an der Gelenkgrube des Schläfenbeins, wo jedoch der Knorpel minder entwickelt ist, am *Angulus maxillae inferioris* (beim Kalb), an den vorderen Enden der beiden Unterkieferhälften, die durch eine halb faserige, halb knorpelige Masse, die mit der Symphyse sehr übereinstimmt, verbunden sind. Dagegen kann ich *H. Meyer* nicht Recht geben, wenn er an den Rändern der wachsensenden platten Schädelknochen überall Knorpel annimmt. Ich habe diesen Gegenstand mit aller Sorgfalt untersucht und während der Fötalperiode

Fig. 121. *a.* Eigenthümliche granulirte Gebilde (Zellen?) mit vielen Kernen aus den jüngsten Markräumen des platten Schädelknochen des Menschen. *b.* Kleinere Zellen von derselben Stelle, 350 mal vergr.

bestimmt nirgends eine Spur von solchem gesehen. Nach der Geburt fand ich in sehr vielen Fällen ganz das nämliche wie früher, andere Male dagegen allerdings auch einzelne Stellen, wo dicht am Knochenrand eine knorpelartige Substanz sich befand. Am ausgezeichnetesten sah ich dieselbe am *Angulus mastoideus* des Scheitelbeins, wo ich in einigen Fällen kaum zweifeln konnte, wirklichen hyalinen Knorpel vor mir zu haben, allein hier frägt es sich, ob nicht der Knorpel des Primordialschädels, der hier lange persistirt, schliesslich mit dem Scheitelbein verwächst. An allen anderen Orten schien das knorpelartige Ansehen einfach davon herzurühren, dass die Grundsubstanz nur langsam in Verknöcherung überging, wodurch denn am Rande des dunkleren Knochens eine homogene Substanz mit ziemlich deutlichen Zellenhöhlungen entstand. Immerhin genügen die vorliegenden Thatsachen, um darzuthun, dass, wenn auch die secundären Knochen ganz gewiss aus weichem Blasteme, das, wie auch *Reichert* annimmt, von hyalinem Knorpel ganz verschieden ist, entstehen und lange Zeit nur auf Kosten eines solchen in die Breite und Dicke wachsen, doch nachträglich an einigen derselben wahrer hyaliner Knorpel an gewissen Stellen entstehen und das Wachsthum derselben besorgen kann. Diese Thatsache verliert viel von dem Auffallendem, das sie zuerst an sich trägt, wenn man bedenkt, dass jeder Knorpel anfänglich weich ist und aus gewöhnlichen Bildungszellen besteht. Es brauchen daher nur zu einer gewissen Zeit die Bildungszellen des weichen Blastemes der secundären Knochen dieselben Veränderungen durchzumachen, wie die Bildungszellen des embryonalen Knorpels, um das Auftreten von Knorpel an den fraglichen Knochen zu bewirken. Weitere Untersuchungen müssen ergeben, ob solcher Knorpel nachträglich auch an anderen secundären Knochen und in welcher Ausdehnung derselbe bei Thieren sich findet. Noch kann erwähnt werden, dass, wenn ich früher angenommen, dass alle Verknöcherungen aus weichem Blasteme ohne Kalkkrümelablagerungen vor sich gehen, dies nur theilweise richtig ist, indem allerdings in manchen Fällen solche auch an diesen sich finden, jedoch nie in früheren Zeiten und im Ganzen genommen selten. Immerhin ist aber der Ossificationsrand auch in diesen Fällen nicht scharf, wie bei ossificirendem Knorpel.

Die letzten Veränderungen der secundären Knochen sind noch nicht alle genau erforscht. Wie dieselben unter einander und auch mit primären Knochen durch Näthe und Verschmelzung sich verbinden, ist so ziemlich bekannt. Am Schädeldach z. B. stehen die Knochen anfangs, da die ersten Knochenpuncte in der Gegend der Tubera der Scheitel- und Stirnbeine entstehen, weit auseinander und sind nur durch eine fibröse Haut miteinander verbunden, die die Fortsetzung ihrer beiden Periostlamellen ist und innen mit den Resten des häutigen Schädels der Embryonen und mit der *Dura mater* sich verbindet. Dann wachsen die Knochen immer mehr einander entgegen und kommen schliesslich, indem sie in der erwähnten Fortsetzung ihres Periostes immer weiter vorrücken, in der Stirn- und Sagittalnaht fast bis zur Berührung, doch bleibt noch lange namentlich eine grössere Lücke zwischen denselben, die vordere Fontanelle, die jedoch im zweiten Jahre sich schliesst, während zugleich die Knochen, die bisher mehr geradlinig aneinanderstiessen, ineinandergreifende Zacken ausbilden, bis sie

schliesslich, wenn ihr Blastem ganz aufgezehrt ist, nur durch die Periostreste (sogenannte Nahtknorpel, besser Nahtbänder) vereint bleiben, die aber ebenfalls früher oder später, und zwar ohne Ausnahme an dem inneren Theile der Nähte, wo auch die Zacken sehr wenig ausgeprägt sind, zuerst, verknöchern können. — Sehr räthselhaft und kaum beachtet sind die Formveränderungen der ganzen Knochen während ihrer Entwicklung. Vergleicht man z. B. ein Scheitelbein eines Fötus oder Neugebornen mit dem eines Erwachsenen, so findet man, dass das Erstere eine viel stärkere Krümmung besitzt und nicht etwa nur wie ein aus der Mitte des Ersteren ausgeschnittenes Stück sich verhält. Es muss daher dasselbe eine sehr wesentliche Aenderung in der Krümmung seiner Flächen erlitten haben und diese kann, da an mechanische Verhältnisse nicht zu denken ist, nur durch ungleichmässige Ablagerungen innen und aussen, in der Mitte und an den Rändern, oder durch Ablagerungen einerseits, Resorptionen anderseits bewirkt worden sein. Dass ungleichmässige Ablagerungen wirklich vorkommen, sehen wir z. B. an den *Juga cerebralia* und *Impressiones digitatae*, den *Sulci meningei etc.*, allein mir scheint, dass auch ohne die Annahme localer Resorptionen an gewissen Stellen nicht auszukommen ist. Oder wie will man sonst die Zunahme des *Margo orbitalis superior* an Breite, die Vergrösserung des Abstandes zwischen den *Tubera frontalia* auch nach der Verschmelzung der Stirnbeine, die Aenderung der Gestalt des Unterkiefers (das Grösserwerden der Entfernung zwischen den *Processus coronoidei* und der *Spina mentalis*, die Aenderung der Krümmung desselben, das theilweise Verschwinden und die Neubildung der Alveolen) u. s. f. erklären? Wir haben schon gesehen, dass auch bei den anderen Knochen etwas der Art durchaus anzunehmen ist und daher werden wir auch hier keinen Anstand nehmen, obschon das Nähere der fraglichen Resorption unbekannt ist. Dass im Innern der secundären Knochen solche vorkommen, wurde schon erwähnt. Die Bildung der Diploe, die im 10. Jahre deutlicher wird, beruht auf einer solchen, ebenso die des *Sinus frontalis* und des *Antrum Highmori*, die ebenfalls erst später sich zu entwickeln beginnen.

Noch erwähne ich, dass auch die secundären Knochen, so lange sie wachsen, viel gefässreicher sind als später und selbst die Periostablagerungen der anderen Knochen hierin noch übertreffen, wesshalb auch ihr Mark, das ebenfalls die vielkernigen, oben schon berührten räthselhaften Körper enthält (Fig. 121.), röther ist. Die Gefässe treten durch unzählige Puncte ihrer Oberfläche in sie hinein und verlaufen je nach den verschiedenen Knochen in mehr senkrecht aufsteigenden oder horizontalen Kanälen. Letzteres ist in den platteren Knochen der Fall, in denen die Hauptrichtung der Gefässkanäle der Längsrichtung der anfänglich vom Ossificationspuncte ausgehenden Knochenstrahlen folgt, ersteres, was der Knochenoberfläche ein oft äusserst zierliches milleporenartiges Ansehen gibt, in den mehr dickeren Theilen zu treffen. Später obliterirt ein guter Theil dieser Kanäle oder wird wenigstens sehr eng, wodurch dann die Oberflächen mehr sich glätten.

Am Schlusse dieses Paragraphen über die Entwicklung der Knochen füge ich noch Etwas über die Zeitverhältnisse bei. *Valentin* sah die knorpelige Grundlage der Rippen bei einem 6‴ langen menschlichen Embryo. In der 6ten bis 7ten Woche ist diejenige des Schädels bestimmt zu erken-

nen, sowie die der Wirbel- und Extremitätengürtel, die der eigentlichen Extremitäten erst etwas später (in der 8ten bis 9ten Woche). Die Ossification beginnt schon im 2ten Monate, zuerst im Schlüsselbein und Unterkiefer (5te bis 7te Woche), dann in den Wirbeln, dem Oberarm, Oberschenkel, den Rippen, dem knorpeligen Theile der Schuppe des Hinterhauptbeines. Am Ende des 2ten und Anfange des 3ten Monates treten auf die Stirnbeine, Schulterblätter, Vorderarm- und Unterschenkelknochen und Oberkiefer, im 3ten Monate die übrigen Schädelknochen mit wenigen Ausnahmen, die Mittelhand- und Mittelfussknochen, die Phalangen, im 4ten Monate die Darmbeine und die Gehörknöchelchen, im 4ten oder 5ten das Siebbein, die Muscheln, das Brustbein, Schambein und Sitzbein, im 6ten bis 7ten Monate das Fersenbein und Sprungbein, im 8ten Monate das Zungenbein. Bei der Geburt sind noch unverknöchert die Epiphysen aller Röhrenknochen, hie und da mit Ausnahme der einander zugewendeten von Femur und Tibia, ferner alle Handwurzelknochen, die fünf kleineren Fusswurzelknochen, die Patella, Sesambeine, die letzten Steissbeinstücke. Nach der Geburt bis zum 4ten Jahr treten die Kerne auch in diesen Theilen auf, erst im 12ten Jahr im *Os pisiforme*. Die Vereinigung der meisten der Epiphysen und Fortsätze mit den Diaphysen kommt zum Theil zur Pubertätszeit, zum Theil gegen das Ende der Wachsthumsperiode zu Stande.

§. 109.

Die Lebenserscheinungen in den vollkommen ausgewachsenen Knochen sind während des kräftigen Alters mit keinen namhafteren und durchgreifenderen morphologischen Veränderungen gepaart. Zwar ziehen sich einzelne der früher betrachteten Processe auch noch in diese Periode hinein — wie die Vergrösserung der Sinus der Schädelknochen, der Muskel- und Bandinsertionen, der Gefässfurchen, allein von einer ausgedehnteren Knochenneubildung am Periost und in den Haversischen Kanälen, sowie von einer mit derselben Hand in Hand gehenden und in grösserem Maasstabe auftretenden Resorption findet sich nichts. Man glaubte zwar früher, dass die Färbung der Knochen des Erwachsenen durch Färberöthe eine auch hier noch vorkommende Ablagerung von Knochensubstanz beweise, weil man annahm, dass nur die sich neu anbildenden Knochenmassen gefärbt würden, allein seitdem sich gezeigt hat, dass durch Krapp auch schon gebildeter Knochen roth wird und gefärbte Knochen des Erwachsenen sich nicht entfärben (*Brullé* und *Huguény*), lässt sich die angeführte Ansicht nicht mehr vertheidigen. Ob im fertigen Knochen ein Wechsel, wenn auch nicht der Elementartheile, doch der Atome bei gleichbleibender äusserer Gestalt sich findet, ist eine andere Frage, für deren Lösung jedoch die Mikroskopie keine Thatsache an die Hand gibt. So viel ist sicher, dass die Organisation der Knochen der Art ist, dass sie trotz ihres starren Baues doch aufs Allsei-

tigste und Innigste mit dem ernährenden Plasma des Blutes in Berührung kommen. Ueberall nämlich, wo die Knochensubstanz mit Gefässen in Verbindung steht, also an der äusseren Oberfläche, an den Wänden der Markhöhlen und Markräume und denen der Haversischen Kanäle, befinden sich zu Millionen dicht aneinander gedrängte feine Mündungen. Diese leiten das Blutplasma durch die Knochenkanälchen in die den genannten Flächen zunächst liegenden Knochenhöhlen, von denen aus dasselbe dann durch weitere Kanälchen zu immer entfernteren Höhlen bis in die äussersten Lagen der Haversischen Lamellen und die von den Gefässen entferntesten Schichten der grossen Lamellensysteme geleitet wird. Wenn man sich an die ungemeine Zahl der Knochenkanälchen, an die mannigfachen Anastomosen derselben erinnert, so wird man zugeben müssen, dass in keinem Gewebe des menschlichen Körpers für die Verbreitung des Blutplasma's besser gesorgt ist, allein in fast keinem war auch gerade die Zufuhr von Fluidum zu den feinsten Partikelchen gerade nothwendiger als hier. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Flüssigkeiten, welche dieses „plasmatische Gefässsystem" (*Lessing*) der Knochen von den Blutgefässen erhält, vielleicht noch etwas modificirt durch die Einwirkung der, wie ich es oben wahrscheinlich zu machen suchte, in allen Knochenhöhlen noch enthaltenen Kerne, zur Erhaltung der Knochen von der unumgänglichsten Nothwendigkeit sind, denn wir sehen, dass, wenn die Blutzufuhr zu einem Knochen durch Zerstörung des Periostes oder des Markes, durch Unterbindung der Gefässe seines Gliedes, durch Obliteration der Periostgefässe durch Druck von aussen (*Aneurysmen*, Afterbildungen) gehemmt wird, eine Necrose der betroffenen Theile die sichere Folge ist, welcher der auch in den Knochen wirksame Collateralkreislauf (siehe oben) kaum je ganz entgegenzutreten vermag. Dagegen sind wir vorläufig nicht im Stande, zu sagen, wie das Plasma der Knochen circulirt, denn eine Bewegung desselben von und zu Gefässen (wahrscheinlich von den mehr arteriellen durch mehrere Lamellensysteme hindurch zu den venösen) muss doch wohl angenommen werden, welche Veränderungen bei der Ernährung im Knochengewebe eigentlich vor sich gehen, letzteres besonders deswegen nicht, weil die chemische Untersuchung, namentlich der organischen Zersetzungsproducte in den Knochen, noch ganz im Unklaren liegt.

Dass die Knochensubstanz in stetem und zwar sehr energischem Stoffwechsel begriffen ist, davon geben ausserdem, neben den so vielfachen Erkrankungen derselben, auch noch ihre Veränderungen im höheren Alter Kunde. In diesem zeigt sich vorzüglich ein Schwinden ganzer Knochenpartieen sowohl äusserlich als innerlich, ersteres z. B. an den Alveolar-

fortsätzen der Kiefer, die ganz verloren gehen, letzteres beim Poröser- und zugleich Brüchigerwerden aller möglichen Knochen, wie der Röhrenknochen, derjenigen des Schädels, bei der Vergrösserung von Gefässöffnungen (Wirbel, Apophysen), beim Rauherwerden von Knochenoberflächen. Zu dieser *Atrophia senilis* der Knochen kann sich dann auch consecutiv eine innere Anbildung von Knochensubstanz gesellen, eine sogenannte Sclerose, wie an den platten Schädelknochen, durch welche in geradem Gegensatze zu den sonstigen Erscheinungen in senilen Knochen die Diploe schwindet, indem ihre Räume durch neue Knochenmasse erfüllt werden, die Venenräume und Emissarien obliteriren und der ganze Knochen schwerer wird.

Bei dem Blutreichthume der Knochen und dem sicherlich nicht trägen Stoffwechsel in denselben kann es nicht auffallen, dass dieselben so reichlich mit Nerven versehen sind. Ich halte dafür, dass die Hauptaufgabe derselben die ist, die Zustände des Gefässsystemes zu regeln, indem sie durch ihre sensiblen Fasern dem Centralorgan (Rückenmark) von dem Verhalten der Gefässe, von der Menge der Ernährungsflüssigkeit im Knochen, vielleicht auch von dem Modus des Stoffwechsels in ihnen selbst Kenntniss geben und durch ihre motorischen Elemente eine Rückwirkung desselben auf die nachweisbar mit contractilen Fasern versehenen Arterien und Venen zu Wege bringen. Diese unbewussten und unwillkürlichen Wechselwirkungen von sensiblen und motorischen Fasern sind, wie mir scheint, die wichtigsten Erscheinungen des Nervenlebens in den Knochen, sowie in allen anderen Organen, deren Nerven nicht in einem constanten Verkehr mit der Aussenwelt stehen, und machen es begreiflich, warum kein Organ, das überhaupt Nerven und Gefässe enthält, nur einerlei Nerven führt. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die Nerven der Knochen nicht bewusste Empfindungen vermitteln; es ist möglich, dass wir durch dieselben eine gewisse Kenntniss von den Vorgängen in den Knochen erhalten, von dem Füllungszustande des Gefässsystemes, den mechanischen Einwirkungen, denen sie von aussen her bei den Bewegungen durch den Zug der Muskeln, die Last des Körpers oder äusserer Gegenstände (beim Heben, Kauen z. B.) ausgesetzt sind, allein auf jeden Fall wäre diese Kenntniss eine sehr unbestimmte, das entstehende Gefühl nicht scharf localisirt, in dem allgemeinen Gefühle der Ermüdung, Anstrengung, Abgeschlagenheit untergehend. Dagegen ist es ganz sicher, dass die Knochen auch beim Menschen in vielen Leiden und bei mechanichen Verletzungen Schmerzen verursachen, wie man letzteres auch wenigstens bei Irritation der grösseren Nervenstämme der Diaphysen zu wiederholten Malen bei Thieren gesehen hat. Beim Menschen

scheinen namentlich die Apophysen, die Wirbel- und Schädelknochen leicht schmerzhaft zu werden, was durch die bedeutende Menge von Nerven gerade in der schwammigen Substanz sich erklärt. Compacte Substanz dagegen möchte wohl kaum schmerzen, z. B. bei Resectionen, da die Nerven derselben ungemein spärlich sind, wohl aber das Periost, das weniger durch seine eigenen Nerven denn als Träger der Knochennerven vor ihrem Eintritte in die Knochen natürlich wie diese selbst afficirt werden muss. Ob die Knochennerven, die vielleicht bewusste Empfindungen, auf jeden Fall aber Schmerzen veranlassen, dieselben sind, die auch den angeführten Reflexen vorstehen, bleibt dahingestellt, doch lässt sich angesichts des Ursprunges der meisten Knochennerven von Cerebrospinalnerven eine solche Annahme wohl vertheidigen, vorausgesetzt, dass man die Verbindungen dieser Nerven mit dem Gehirn, als minder innige ansieht als z. B. bei den Hautnerven. — Noch erinnere ich an das so auffallende Vorkommen von Nerven im Nasenscheidewandknorpel des Kalbes, ohne über deren Bedeutung etwas Anderes aussagen zu können als von denen der Knochen.

Ueber die so zahlreichen pathologischen Veränderungen der Knochen kann hier nur kurz berichtet werden. Knochenbrüche heilen unter nur einigermaassen günstigen Verhältnissen leicht durch wahre Knochensubstanz, der bei Röhrenknochen von Thieren, wie ich mit Anderen mich überzeugte, die Bildung eines wahren Knorpels vorangeht, während diess nach *Paget* (*Lectures on repair and the healing process*) beim Menschen selten der Fall zu sein scheint und das aus den Gefässen des Periostes und Knochens gelieferte Exsudat nicht weiter als bis zu einem fibrösen Gewebe mit Zellen oder einer Art Faserknorpel sich organisirt. Bei schwammigen Knochen, Brüchen innerhalb der Gelenkkapseln, ungünstigen Verhältnissen vereinen sich die Bruchenden häufig nur durch einen fibrösen Callus und bildet sich öfter zwischen ihnen eine Art Gelenk. Nach Substanzverlusten regenerirt sich die Knochensubstanz leicht und namentlich ist es das Periost, welches hier wie bei dem Dickenwachsthum der Knochen natürlich nur durch das aus seinen Gefässen gelieferte Exsudat eine grosse Rolle spielt, wie namentlich *B. Heine's* (*Gräfe* und *Walther's Journal für Chirurgie* 1836, pg. 513) glückliche Versuche gezeigt haben. Bei Thieren regeneriren sich ganze Knochen der Extremitäten und Rippen so ziemlich in ihrer Gestalt, wenn das Periost geschont wird, was die *Heine*sche Sammlung auf der Würzburger Anatomie durch viele Beispiele belegt, aber auch nach gänzlicher Excision des Periostes entsteht wieder ein Rudiment von Knochen (*Heine*). Beim Menschen liegen schon ziemlich viele Beispiele vor von Wiedererzeugung ganzer Knochen, so des Unterkiefers, der Rippen, des Schulterblattes (*Chopart*) und die Fälle von einzelnen, zum Theil grossen Knochenstücken sind sehr zahlreich (vergl. nam. *Textor über Wiedererzeugung der Knochen nach Resectionen beim Menschen, Würzburg* 1842). Namentlich sind es die Diaphysen, die sich leicht

ersetzen, wenn sie in dieser oder jener Weise verloren gingen, seltener die schwammigen Knochen und Knochentheile und Schädelknochen, doch füllen sich bei letzteren Trepanlücken in manchen Fällen statt mit einer fibrösen Haut mit einzelnen Knochenproductionen, selbst mit einem vollständigen Knochenstück, ja es heilen sogar trepanirte Stücke an, wie man das auch sonst von halb abgehauenen Stücken beobachtet hat (*Pauli*). Hypertrophien der Knochen kommen in den mannigfachsten Gestalten vor, die sich alle in zwei Hauptformen bringen lassen, 1) Auflagerungen oder äussere Hyperostosen, vorzüglich vom Perioste aus sich bildend, und 2) Einlagerungen (Sclerosen) oder Erfüllung der Markräume und Haversischen Kanälchen mit neuem Knochen, welche zwei Formen entweder isolirt oder combinirt sich finden. Erstere kommen bei Entzündungen des Periostes für sich und in Begleit von Krebs, Arthritis, Syphilis u. s. w. vor, letztere ausser im Alter consecutiv bei Rhachitis, Osteomalacie und Syphilis. In Betreff der mikroskopischen Verhältnisse ist es *Virchow's* Verdienst, mit Bestimmtheit nachgewiesen zu haben (*Archiv für pathol. Anat. I.* pg. 135), dass die Osteophyten am Schädel durch directe Ossification von Bindegewebe ohne vorgängige Knorpelbildung zu Stande kommen, was auch sicherlich bei Füllung von Substanzlücken am Schädel, bei Regenerationen vom Perioste aus, bei den meisten Sclerosen vorkommt. Die neugebildete Knochensubstanz ist bald wie normale (viele Auflagerungen), bald fester mit kleinen Gefässräumen, grossen unregelmässigen Knochenhöhlen. Atrophien der Knochen erscheinen als Schwinden derselben im Ganzen im Gefolge von langwierigen Krankheiten, Lähmungen, Anchylosen oder als Rarefaction des Knochengewebes analog der Atrophia senilis, bei Syphilis, Lepra, Mercurialcachexie, Lähmungen u. s. w. Ein Absterben der Knochen (Necrose) beobachtet man bei Zerstörungen des Periosts, Entzündungen desselben und des Knochens u. s. w. meist gepaart mit einem excessiven Wachsthum der noch gesunden Theile. Eigenthümliche Störungen bedingen die Osteomalacie und Rhachitis, doch haben bei beiden die mikroskopischen Untersuchungen nichts hier Erwähnenswerthes ergeben, abgesehen von dem, was von mir und *H. Meyer* (ll. cc.) über Verknöcherung bei Rhachitis mitgetheilt wurde. Ich habe hier gefunden 1) dass in den unverhältnissmässig grossen Epiphysenknorpeln die Schicht der ossificirenden Knorpelzellen (die reihenweise gestellten Zellen) statt ½''' 2—5''' misst, 2) dass der Verknöcherungsrand zackig ist, indem Knorpel und Knochen verschiedentlich ineinander greifen, 3) endlich dass an ausgezeichnet rhachitischen Knochen die Kalkkrümelablagerungen am Ossificationsrande fehlen und die Knorpelzellen fast ohne Ausnahme etwas vor der Grundsubstanz ebenfalls ohne Kalkkrümel in Knochenzellen sich umwandeln, weshalb die Bildung der letztern nirgends schöner als hier zu sehen ist (siehe oben). In Betreff dieses letztern Ausspruches glaubt *H. Meyer* (pg. 296), dass ich mich getäuscht habe, denn der characteristische Zustand der rhachitischen Knochen bestehe gerade darin, dass ihre Knorpel sich nicht in Knochen umwandeln, und meine Knochenzellen seien nichts als Knorpelzellen mit verdickten Wänden, wie sie auch in andern Knorpeln häufig sich finden. Den ersten Satz will ich, um nicht mehr zu sagen, als einen *Lapsus calami* bezeichnen, denn woher

anders soll denn das knöcherne Diaphysenende eines rhachitischen Knochens mit seiner meist feinzelligen Knochensubstanz und seinen leicht nachweisbaren Knochenhöhlen entstehen als aus dem Epiphysenknorpel, und was das letzte betrifft, so irrt *M.* durchaus. Die Verknöcherung beruht, sofern sie die Knorpelzellen betrifft, auf zwei Momenten: 1) auf der Verdickung der Zellen unter Bildung von Porenkanälchen und 2) auf der Ablagerung von Kalksalzen in die verdickten Zellenwände. Dass ersteres in rhachitischen Knochen sich findet, gibt *M.* zu (pg. 361) und hiemit ist denn schon gesagt, dass wir es nicht blos mit gewöhnlichen verdickten Knorpelzellen zu thun haben, da solche nirgends Porenkanälchen besitzen, sondern gleichmässig verdickt sind; allein diese porenführenden Zellen sind auch von Kalksalzen getränkt, wie ihr Verhalten bei Zusatz von Salzsäure ergibt. *Meyer* scheint, vielleicht weil er nur zwei Fälle untersuchte, solche Zellen, wie ich sie in Fig. 112. abgebildet, gar nicht gesehen oder sich aus dem Grunde getäuscht zu haben, weil an rhachitischen Verknöcherungsrändern auch Nester von verdickten Knorpelzellen mit Porenkanälchen, die noch keine Kalksalze aufgenommen haben, vorkommen, was ich früher als meinem Zwecke weniger dienlich nicht anführte, ebenso wie, dass ebendaselbst auch einzelne Knorpelzellengruppen ohne weitere namhafte Veränderung von Kalkkrümeln imprägnirt sind und dass stellenweise die Ossification mehr normal vorschreitet. Uebrigens beweisen auch die verdickten Knorpelzellen mit Porenkanälchen, wenn sie, wie es oft der Fall ist, mit der Grundsubstanz verschmolzen sind, schon ganz sicher, dass die Knochenzellen so sich bilden, wie ich es angab, wie denn ja auch *M.* sagt, dass solche Stellen ganz das Ansehen von mit Salzsäure behandelter Knochensubstanz haben. Die Rinde rhachitischer Knochen ist nach *M.* lockerer und ihre einzelnen Lamellen deutlicher. — Accidentelle Knorpel- und Knochenbildung sind sehr häufig. Ersteres Gewebe zeigt sich, trotzdem das es nicht regenerationsfähig ist und seine Wunden nur durch fibröses Gewebe seltener durch Knochengewebe (Rippen) heilen, in sehr vielen Organen (Knochen, Brustdrüse, Parotis, Hoden, Lunge, Haut) als sogenanntes Enchondroma, ferner als neuer Ueberzug auf Knochenwucherungen am Rande abgeschliffener Gelenkköpfe (*Ecker*), letzteres tritt als Verknöcherungen von permanenten Knorpeln (Rippen, Kehlkopf, Epiglottis (sehr selten)), von Sehnen (Exercirknochen z. B.), an der *Dura mater* und *Arachnoidea* (*Miescher*, *Rokitansky*), im Auge (*Valentin*), im Eierstock, in fibrösen Häuten (*Membrana obturatoria*), im Enchrondrom, in Fibroiden und Krebsen, in der Lunge (*Mohr's haarhaltige Cyste*) auf. Auch in diesen Fällen unterscheidet sich das Knochengewebe nicht wesentlich von normalem und geht bald aus knorpeligem, bald und zwar meist aus weichem Blasteme hervor (*Virchow* l. c. pg. 137).

§. 110.

Zur Untersuchung der Knochen dienen vor Allem gute Schliffe. Mit einer feinen Säge entnimmt man dünne Lamellen und schleift dieselben mit Wasser auf einem feinen Schleifsteine mit dem Finger oder mit einem zweiten kleineren Steine einige Minuten (5—10), bis sie gleich-

mässig durchsichtig sind. Dann reinigt man den Schliff, indem man ihn, wenn er viel Fett enthält, auch in Aether auszieht und benutzt ihn dann mit Wasserzusatz zum Studium der Haversischen Kanäle und der Stellung der Knochenhöhlen, und mit Terpentin zu dem der verschiedenen Lamellensysteme. Die Knochenhöhlen und ihre Ausläufer, die in Schliffen durch Luft dunkel und sehr deutlich sind, werden von dünnerem Terpentin ganz ausgefüllt, so dass letztere grösstentheils, aber auch erstere sehr oft dem Auge entschwinden und dasselbe geschieht in Wasser und dickerem Terpentin, doch minder rasch, wesshalb man auch, bevor dieselben überall eingewirkt, noch viele derselben schön sieht. Will man die Höhlen und Kanälchen bleibend sichtbar machen, so ist es das Beste, einen dünnen Schliff zu poliren, indem man ihn zwischen zwei Glasplatten reibt. Dann kann man denselben ohne Zusatz von Flüssigkeit untersuchen und erhält so vollständige Bilder, wie die Fig. 86—88. sie wiedergeben. Das Schleifen der Knochen mit Oel ist nicht rathsam, weil dann die Knochenhöhlen mit demselben sich füllen und auch nach eindringlicher Behandlung mit Aether selten schön werden. — Nächst den Knochenschliffen ist die Untersuchung des Knochenknorpels das Lohnendste. Man verschafft sich solchen, wenn man Knochen in der Kälte so lange mit verdünnter Salzsäure (1 Theil Säure, 10—20 Theile Wasser) behandelt, bis in der oft gewechselten Flüssigkeit durch Ammoniak kein Niederschlag mehr erzeugt wird, wozu bei kleinen Knochenstückchen einige Stunden, bei ganzen Knochen mehrere Tage nothwendig sind. Vom erhaltenen Knochenknorpel macht man nun mit einem scharfen Messer Schnitte nach allen Richtungen und kann dieselben vorzüglich zum Studium der Haversischen Kanälchen und Lamellen, die sich auch von der Oberfläche abziehen lassen, benutzen. Auch die Knochenhöhlen sind noch sichtbar; ihre Ausläufer erscheinen als feine Streifung, und ihre Kerne treten ohne Weiteres und besonders auch nach Behandlung mit Kali oder in durch Kochen in Wasser halb aufgelöstem Knorpel hervor. Macerirt man einen solchen Knorpel, so isoliren sich die Lamellensysteme der Haversischen Kanälchen mehr oder minder vollständig und kommen in Gestalt kurzer grober Fasern zwischen den grösseren Lamellen zum Vorschein (*Gagliardi's Claviculi*). — Setzt man die Knochen in einem Platintiegel einer starken Weissglühhitze aus, so verbrennen, indem der Knochen zuerst schwarz und schliesslich ganz weiss wird, die organischen Theile derselben und es bleiben bei gehöriger Vorsicht die erdigen Bestandtheile ganz in der früheren Gestalt des Knochens zurück, und eignen sich zum Studium der blätterigen Structur der compacten Substanz und der Lamellensysteme der Haversischen Kanälchen, die ebenfalls zum Theil isolirt hervortreten wie auch in verwitter-

ten Knochen. Für die mikroskopische Untersuchung der anorganischen Theile der Knochen glüht man Knochenschliffe auf einem Platinblech, doch müssen dieselben sehr fein sein, weil sie nachher wieder undurchsichtiger werden und ihrer Brüchigkeit wegen ausser in kleinen Fragmenten nicht feiner sich schleifen lassen (*Bruns*), oder man kocht Schliffe in Kalilauge. An beiden sieht man die Knochenhöhlen deutlich und leer mit den Anfängen der Poren in feinkörniger Grundsubstanz. Den natürlichen Zustand der Knochenhöhlen sieht man leicht an ganz frischen Knochen an Schnittchen oder in dünnen Knochenlamellen, wie sie z. B. an vielen Theilen der Gesichtsknochen vorkommen. An frischen Knochen kann man auch die Gefässe in natürlicher Injection und mikroskopisch studiren, was auf jeden Fall schneller zum Ziele führt als die nicht leicht gelingenden Injectionen derselben, zu deren genauer Verfolgung übrigens die Knochen nachher in Salzsäure macerirt und in Terpentinöl aufbewahrt werden müssen. Die Nerven der Knochen findet man an den *Arteriae nutritiae* grosser Röhrenknochen von blossem Auge, an kleineren Gefässen mit dem Mikroskope leicht, die des Periostes studirt man, nachdem man dasselbe durch Natron oder Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Zum Studium der Knorpel eignen sich die Rippen- und Gelenkknorpel am besten, indem die Membranen der Knorpelzellen zum Theil ohne Weiteres, zum Theil nach Zusatz von Essigsäure und Natron, die die Grundsubstanz aufhellen, deutlich sind. Die Entwicklung der Knochen untersuche man an einem Röhrenknochen und am Scheitelbein, die Bildung der Knochenhöhlen *in specie* an rhachitischen Knochen und an den Knochenflächen der Symphysen und Synchondrosen.

Literatur der Knochen.

Deutsch, *De penitiori ossium structura observationes. Diss. inaug. Vratisl.* 1834, *cum tab.* (Beschreibung der feinsten Knochenlamellen, der Knochenhöhlen und der, wie *D.* glaubt, kalkhaltigen Knochenkanälchen unter *Purkinje's* Leitung.)

W. und *F. Arnold*, Ueber das Gewebe der Knochen und Knorpel in Zeitschr. für Physiologie 1835. (Nehmen in den Knochenhöhlen und Kanälchen Kalk an.)

Meckauer, *De penitiori cartilaginum structura. Diss. inaug. Vratisl.* 1836, *cum tab.* (Erste vollständige Beschreibung der Knorpel des Menschen unter *Purkinje's* Leitung.)

Miescher, *De inflammatione ossium eorumque anatome generali. Accedunt observationes de canaliculis corpusculorum ossium etc. auctore J. Müller, Berolini* 1836, *cum tab. IV.* (Eine treffliche Abhandlung. *M.* nimmt an, dass die Knochenhöhlen Kalk enthalten, beschreibt auch die Knorpelelemente, zeigt den Zusammenhang der Knorpel und Knochenelemente.)

J. Müller, Ueber die Structur und die chemischen Eigenschaften der thierischen Bestandtheile der Knorpel und Knochen. Poggend. Annalen Bd. 38. 1836. S. 293. und der Anhang zu *Miescher's* Schrift. (Weist die Verbindung der Knochenhöhlen und Knochenkanälchen nach und dass auch die Grundsubstanz der Knochen Kalk enthält, schildert die Eigenschaften des Knorpelleimes oder Chondrin's.)

H. Meyer, Ueber die Bedeutung der Knochenkörperchen in Müll. Arch. 1841 pg. 210 und: der Knorpel und seine Verknöcherung in Müll. Arch. 1849 pg. 292.

F. Bidder, Zur Histogenese der Knochen in Müll. Arch. 1843 pg. 336.

Schwann, Artikel „Knochengewebe" im encyclopädischen Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften. Bd. 20. St. 102.

E. v. Bibra, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere. Schweinfurt 1844.

Vötsch, Die Heilung der Knochenbrüche *per primam intentionem*. Heidelberg 1847.

Kölliker, Ueber Verknöcherung bei Rhachitis und über den Bau der Synovialhäute in: Mittheil. der Zürch. nat. Gesellsch. 1847 pg. 93 und 168; über Nerven in Knorpeln in: Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850. Bd. II.; über die Nerven der Knochen des Menschen in: Verhandl. d. Würzb. physik. medic. Gesellschaft 1850.

Tomes, *Article „Osseous Tissue"* in *Cyclopaedia of Anatomy III*. 1847.

Rathke, Ueber die Entstehung des Knorpels und des Knorpelmarkes in Schleid.-Froriep's Notizen 1847 II. pg. 306. und Entwicklung der Schildkröten, 1848 an vielen Stellen.

Rokitansky, Beiträge zur Kenntniss des Verknöcherungsprocesses in der Zeitschr. der Wiener Aerzte 1848 pg. 1.

Frerichs, Artikel *Synovia* in *R. Wagners* Handwörterb. d. Phys. Bd. III. Abth. 1. pg. 463. 1848.

A. Krukenberg, Zur Lehre vom Röhrensysteme der Zähne und Knochen in Müll. Arch. 1849 pg. 403.

Brullé et *Huguény*, *Expériences sur le développement des os dans les mammifères et les oiseaux; Annal. des scienc. nat.* 1845 *Nov. pg.* 283.

Flourens, in *Annal. des sciences nat. 2. serie XIII.* 103, *ibid. XV. pg.* 202, *ibid.* 1845. *Aout pg.* 105 und *Dec. pg.* 358. *Compt. rend. T. XIX. pg.* 621; alle seine Beobachtungen zusammengestellt in *Théorie expérimentale de la formation des os. Paris* 1847. 8. *avec 7 pl.*

Ausserdem vergleiche man die allgemeinen Werke von *E. H. Weber*, *Schwann*, *Valentin*, *Bruns*, *Henle*, *Todd-Bowman*, *Hassall*, *Arnold*, *Quain-Sharpey*, die zum Theil sehr gute Abbildungen enthalten; die Werke über Entwicklungsgeschichte von *Valentin* und *Bischoff*, in denen auch die zahlreiche Literatur über das mehr Morphologische der Entwicklung der Knochen sich findet und die embryologischen Monographien von *Reichert*, *Rathke*, *Vogt*. Die Venenkanäle der Diploe sind gut abgebildet bei *C. F. F. Hecker*, Erfahrungen und Abhandlungen aus dem Gebiet der Chirurgie und Augenheilkunde, Erlangen 1845.

Viertes Buch.

Vom Nervensysteme.

---

§. 111.

Das Nervensystem ist, vom gröberen anatomischen Standpuncte aus betrachtet, ein vollständig zusammenhängendes Ganzes, an dem man zwei grössere Hauptmassen, Rückenmark und Gehirn und viele zu fast allen Organen von denselben ausgehende Stränge, die Nerven, unterscheidet. Die beiden ersten oder das centrale Nervensystem, die Centralorgane, werden nicht blos vom anatomischen Standpuncte aus, als Ausgangspuncte der Nerven, sondern auch von Seite der Physiologie, weil Anreger der Bewegungen und Sitz der Empfindungen, so wie der Seelenthätigkeiten als übergeordnete Theile angesehen, während man den letzteren oder dem peripherischen Nervensysteme mehr die Rolle der Diener, die Vermittlung der Contractionen und Sensationen zuschreibt. Diese Betrachtungsweise ist jedoch nur theilweise richtig, weil 1) auch in den sogenannten Centralorganen sehr viele untergeordnete Theile wie in den Nerven vorkommen und 2) das peripherische Nervensystem in den sogenannten Ganglien oder Nervenknoten ebenfalls physiologische und anatomische Centralorgane besitzt. Auch die alte Eintheilung des Nervensystemes in animales und vegetatives kann vor den Erfahrungen der Neuzeit nicht länger Stand halten, und ist das letztere oder der Sympathicus, auch das Gangliennervensystem, nur als ein, freilich eigenthümlich gestalteter Theil des peripherischen Nervensystemes zu betrachten.

§. 112.

Die in den Bau des Nervensystemes eingehenden Elemente sind verschiedenartige. Die eigentlich nervösen Theile bestehen aus zwei schon äusserlich abweichenden Geweben, der grauen und weissen

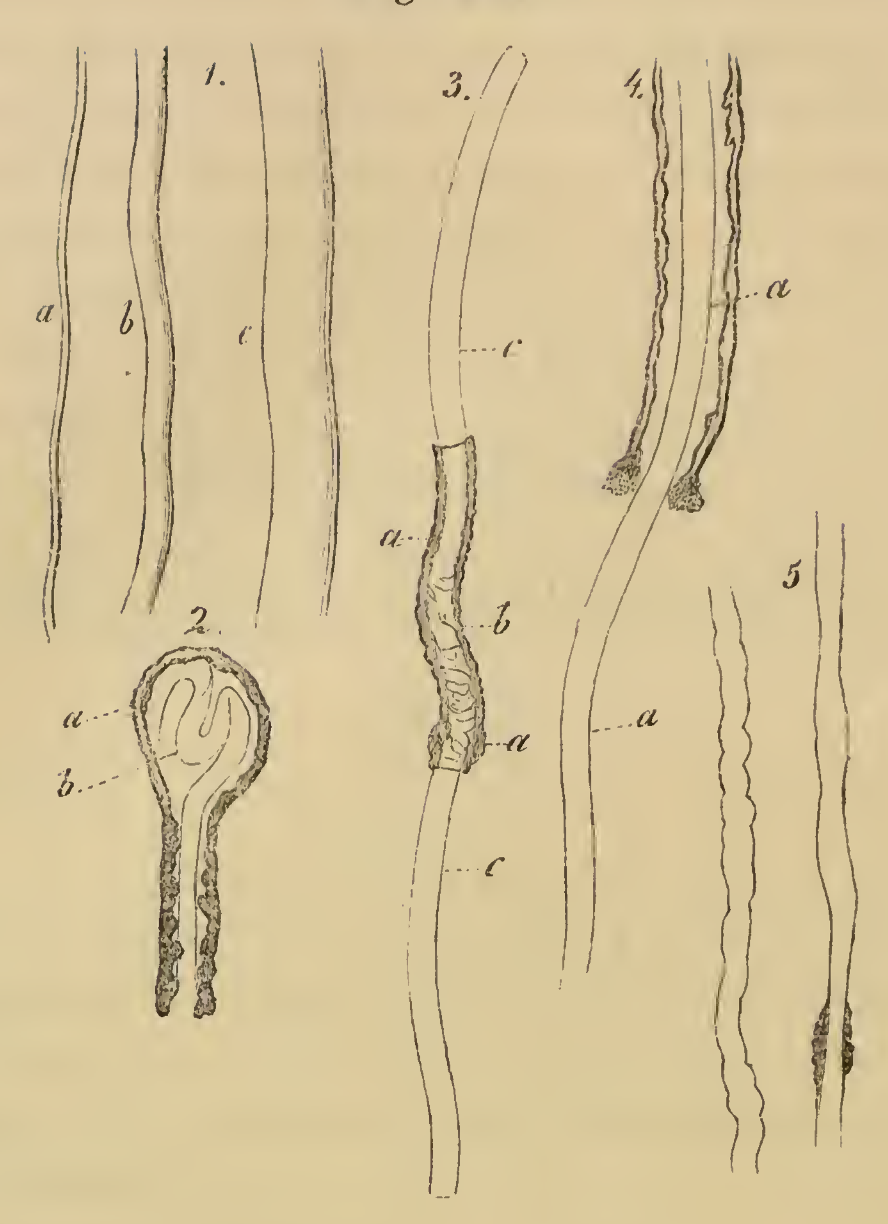
Substanz, von denen die Erstere, wo sie rein sich findet, vorzüglich oder ganz aus eigenthümlichen Zellen, den Nervenzellen, die Letztere aus zarten Röhren, den Nervenröhren oder Nervenfasern, zusammengesetzt erscheint. Ausserdem finden sich überall in der Nervensubstanz Blutgefässe in reichlicher Zahl und, als Umhüllung grösserer oder kleinerer Abschnitte derselben, zartere oder festere Häute, die nur an einigen wenigen Orten den Bau von Epitelien, meist den der Faserhäute besitzen und aus Bindegewebe in verschiedenen Formen und etwas elastischem Gewebe bestehen, nebstdem aber auch Gefässe und Nerven und hie und da Fett- und Pigmentzellen eingestreut enthalten und selbst wieder Epitelien als Bekleidung zeigen.

§. 113.

Die Nervenröhren oder Nervenfasern (Fig. 122, 123.), auch Primitivröhren oder Primitivfasern der Nerven (*Fila nervea s. Tubuli nervei s. Fibrae nerveae*) genannt, sind weiche, feine, drehrunde Fäden, von 0,0005—0,01‴ Durchmesser, welche den Hauptbestandtheil der Nerven und der weissen Substanz der Centralorgane ausmachen, jedoch auch in der meisten grauen Substanz dieser letzteren und in den Ganglien nicht fehlen. Dieselben sind (Fig. 122 1) frisch untersucht bei durchfallendem Lichte wasserhell, durchsichtig, mit einfachen dunklen Contouren, bei Beleuchtung von oben glänzend, opalartig, wie Fett, in grösseren Mengen weiss, und lassen meist keine Zusammensetzung aus differenten Bestandtheilen erkennen, doch zeigt sich bei Anwendung verschiedener Methoden leicht, dass sie aus drei ganz abweichenden Gebilden, nämlich einer zarten Hülle, einer zähen Flüssigkeit und einer in dem Centrum derselben befindlichen weichen aber elastischen Faser bestehen.

Die Hülle oder Scheide der Nervenröhren (Begrenzungshaut, *Valentin*) (Fig. 123. 1, 2, 3, 4, *a.*) ist eine äussert zarte, nachgiebige aber elastische, vollkommen structurlose und wasserhelle Haut, die an ganz unveränderten Nervenfasern, mit Ausnahme weniger Stellen, durchaus nicht sichtbar ist, dagegen bei Anwendung von passenden Reagentien, wenigstens an den dickeren Fasern der Nerven und der Centralorgane ziemlich leicht zur Anschauung kommt. An den feineren Fasern des peripherischen wie des centralen Nervensystems ist ihre Darstellung noch nicht mit voller Sicherheit gelungen und in Betreff der allerfeinsten Fasern (*Retina*, graue Substanz) liegt nicht einmal die Möglichkeit vor, dass der Nachweiss derselben je gelingen werde, doch darf man auch hier namentlich aus Gründen der Analogie mit ziemlicher Sicherheit eine Hülle annehmen.

Fig. 122.

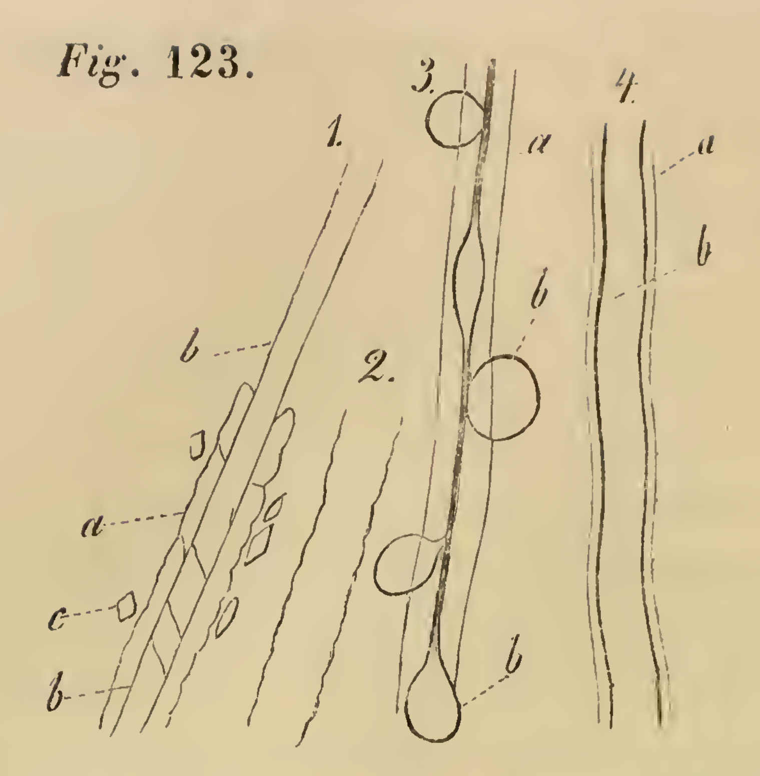


Innerhalb der structurlosen Scheide liegt das **Nervenmark** (Markscheide, ***Rosenthal*** und ***Purkinje***, weisse Substanz, ***Schwann***) (Fig. 122. 3, *b*. Fig. 123. 3, 4, *b*.) in Gestalt eines cylindrischen, die centrale Faser eng und genau umgebenden Rohres. Dasselbe ist in der frischen Nervenfaser vollkommen gleichartig, zähflüssig wie ein dickeres Oel, je nach der Beleuchtung durchscheinend und klar oder weisslich glänzend, und bedingt offenbar den eigenthümlichen Glanz der Nerven. Durch Erkalten, Wasser, die meisten Säuren und viele andere Reagentien verändert sich das **Nervenmark** schnell und ganz constant, und zwar beruht die Veränderung vorzüglich in einem Gerinnen desselben, welches successive von aussen nach innen fortschreitet und bald das ganze Mark, bald nur die äusserste Schicht desselben ergreift. Im letzteren

Fig. 122. Nervenfasern bei 350 maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, *a*. feine, *b*. mitteldicke, *c*. grosse Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosch mit Serumzusatz; *a*. durch Druck herausgepresster Tropfen, *b*. Axencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum; *a*. Hülle, *b*. Markscheide doppelt contourirt, *c*. Axencylinder. 4. Doppelt contourirte Faser des *Ventriculus IV* des Menschen; der Axencylinder *a* hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Axencylinder aus dem Mark, der eine wellenförmig, der andere ungleich dick, mit anhängendem Mark.

Falle entstehen die bekannten Nervenröhren mit doppelten Contouren (Fig. 122. 2, 3, 4.) oder mit äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung geronnener, innerlich noch flüssiger Markscheide, im ersteren Fasern mit scheinbar ganz krümlichem, dunklem Inhalt. Das geronnene Nervenmark erscheint nämlich selten homogen, sondern meist krümlich, körnig, wie aus einzelnen unregelmässigen grösseren und kleineren Massen zusammengesetzt. Auch durch Druck verändert sich das Nervenmark sehr leicht. Einmal fliesst es aus den Enden der Röhren oder aus bruchsackartig hervorgetriebenen und berstenden Theilen der Scheide heraus und bildet grössere oder kleinere Tropfen von allen möglichen Formen, von regelmässigen Kugeln, Keulen, Spindeln, Cylindern, Fäden, bis zu den bizarresten Gestalten, welche ebenfalls nur an der Oberfläche oder ganz gerinnen und daher wie die Nervenfasern doppelt contourirt, halb oder ganz krümelig erscheinen. Aber auch in den Röhren drin ändern sich seine Formenverhältnisse, indem es statt wie früher ganz gleichmässig in Gestalt eines Cylinders durch dieselben verbreitet zu sein, stellenweise in grösseren Massen sich anhäuft. So entstehen die viel besprochenen varicösen Nervenröhren, in denen das Mark bald zierliche, rosenkranzartige Anschwellungen, bald verschieden grosse ungleichmässig vertheilte Knoten, ja selbst stellenweise gänzliche Unterbrechungen besitzt. Alle diese Formen, an denen die Scheide häufig Antheil nimmt, häufig auch nicht und die centrale Faser sich nicht betheiligt, sind künstlich entstanden und bilden sich besonders leicht an den feineren Fasern und denen mit zarterer Scheide, wie sie in den Centralorganen sich finden.

Die centrale oder Axenfaser der Nervenröhren (Primitivband, *Remak*, *Cylinder axis*, *Purkinje*) (Fig. 122. 2, 3, 4, 5. 123. 1.), ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser, welche an unveränderten ganzen Nervenröhren eben sowenig als die Scheide sich erkennen lässt, da sie rings von dem Mark umflossen ist und das Licht gerade ebenso bricht, wie dieses, dagegen leicht zum Vorschein kommt, wenn man die Nervenröhren zerreisst oder mit verschiedenen Reagentien behandelt und sich so theils im Innern der Röhren, theils isolirt als ganz constantes Gebilde erkennen lässt. Im natürlichen Zustande ist dieselbe blass, meist homogen, seltener fein granulirt oder fein streifig, von geraden oder hie und da unregelmässigen blassen Contouren begrenzt und meist überall von gleicher Dicke; sie zeichnet sich vor dem Nervenmark besonders dadurch aus, dass sie, obschon weich und biegsam, doch nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest ist, etwa wie geronnenes Eiweiss, mit dem sie auch in ihren chemischen Characteren am meisten übereinzustimmen



scheint. Man findet diesen sogenannten Axencylinder in allen Nervenfasern ohne Ausnahme, auch in den feinsten und überall mit denselben Eigenschaften, mit der einzigen Ausnahme, dass er je nach den Durchmessern derselben bald dicker, bald dünner ist.

Die Nervenröhren, an denen die drei geschilderten Gebilde unterschieden werden können und die wir als markhaltige oder dunkelrandige bezeichnen wollen, bilden zwar die überwiegende Mehrzahl derer, die im Körper sich finden, allein es gibt ausser denselben noch einige Formen, die eine nähere Bezeichnung verdienen. Es sind dies Nervenröhren, an denen jede Spur eines Nervenmarkes fehlt, die dagegen eine Nervenscheide und einen der Axenfaser der anderen Röhren bald ganz gleichen, bald ähnlichen helleren Inhalt besitzen. Solche marklose Nervenröhren finden sich erstens als Anhänge der markhaltigen, da, wo dieselben mit Nervenzellen in Verbindung stehen, dann als längere selbständige Röhren in Gestalt der sogenannten Fortsätze der Nervenzellen der Autoren, endlich an den Endigungen der dunkelrandigen Nerven; dieselben zerfallen wiederum in einige Unterabtheilungen, je nachdem sie Kerne halten oder nicht und einen mehr oder minder durchsichtigen, mehr oder weniger consistenten Inhalt führen. Nimmt man hinzu, dass auch die dunkelrandigen Fasern theils in Bezug auf die Zartheit oder Festigkeit ihres Baues, theils in Bezug auf die Durchmesser, die von 0,0005 — 0,01 und darüber gehen, sehr variren, so dass man dieselben in feine und grobe, in zarte und feste eintheilen kann, so ergibt sich, dass die Nervenröhren trotz ihres

Fig. 123. Nervenfasern 350 mal vergr. 1. Vom Frosch mit Alkohol und Essigsäure gekocht, *a*. Scheide, *b*. Axencylinder, *c*. Krystalle (Fett?). 2. Isolirte Scheide eines mit Natron gekochten Froschnerven. 3. Vom Boden des Ventriculus IV des Menschen nach Behandlung mit Natron, *a*. Scheide, *b*. Mark in Tropfen ausfliessend, der Axencylinder fehlt (ist durch das Präpariren ausgezogen) und der blasse Streif ist Mark. 4. Von der Wurzel des Abducens des Menschen mit Natron. *a*. Scheide, *b*. Mark. Axencylinder nicht sichtbar.

allgemeinen Characters von Röhren doch nach verschiedenen Seiten ziemlich weit von einander abweichen.

Die von *Schwann* entdeckte Hülle oder Scheide der Nervenröhren ist an den meisten Nerven ziemlich schwer zur Anschauung zu bringen. Am besten studirt man dieselbe an den Wurzeln gewisser Hirnnerven (Augenmuskelnerven z. B.) und der Rückenmarksnerven, allwo sie ihrer grösseren Dicke wegen häufig von dem Inhalte deutlich sich unterscheidet und in Gestalt zweier ganz blasser Streifen von 0,0002''' zu beiden Seiten der Fasern wahrzunehmen ist, auch bei Anwendung von Druck leicht im leeren Zustande sich darbietet. Sehr deutlich zeigt sich die Scheide auch an den dicksten Röhren der Centralorgane, namentlich denen der *Medulla oblongata* u. s. w., bei Zusatz von *Natron causticum*. Dasselbe macht den (beim Menschen) geronnenen Inhalt der Fasern flüssig und treibt ihn da und dort aus der berstenden Hülle oder den Enden der Fasern heraus (Fig. 123. 3.), oft so, das nichts als die leere Hülle in Gestalt eines ungemein blassen, manchmal leicht granulirten Streifens zurückbleibt. An den peripherischen Nervenfasern nimmt man ohne weitere Behandlung derselben mit Reagentien die Hülle seltener und immer mehr durch Zufall wahr, wenn es gelingt, einzelne Stellen derselben durch Druck von ihrem Inhalte zu befreien, und dannzumal erscheint dieselbe meist als eine zusammengezogene, helle, bandartige Masse, seltener als eine ähnlich beschaffene Röhre von dem Durchmesser der früheren Faser; dagegen gelingt ihre Darstellung durch chemische Hülfsmittel leicht und sicher. Am zweckmässigsten haben sich mir bisher ergeben das Kochen der Nerven in *Alcohol absolutus* und nachher in *Acid. aceticum glaciale*, die Behandlung derselben mit *Natron causticum* und mit rauchender Salpetersäure und Kali. Im ersteren Falle werden schon nach dem Ausziehen eines bedeutenden Theiles des Fettes der Nervenröhren durch den Alkohol die Hüllen als dunklere Begrenzungslinien ziemlich deutlich, und ausgezeichnet schön und ganz vollständig treten dieselben nach kurzem Kochen in Essigsäure hervor, durch welche unter Bildung vieler (Fett-) Krystalle der noch übrig gebliebene Inhalt der Nervenscheiden, mit Ausnahme der centralen Faser, aus denselben heraustritt (Fig. 123. 1). Mit Alkohol gekochte und mit *Natron causticum* in der Kälte behandelte Nervenfasern zeigen die Scheiden ebenfalls ganz hübsch als blasse, oft wellenförmige Contouren des blassen, noch restirenden Contentum und durch Kochen solcher Nervenfasern in Natron bis zu einmaligem Aufwallen der Flüssigkeit gelingt es leicht, viele längere Bruchstücke ganz leerer, etwas aufgequollener Nervenscheiden zu isoliren, welche im Zarten eine auffallende Aehnlichkeit mit leeren Röhren der *Membranae propriae* der Nierenkanälchen haben (Fig. 123 2). Am schönsten aber sieht man die Scheiden durch rauchende Salpetersäure und nachherigen Zusatz von *Kali causticum*. In diesem Falle tritt das Fett der Markscheiden in blassen Tropfen aus den Röhren heraus, die Axencylinder werden gelöst und es bleiben die gelb gefärbten Scheiden leer, weiter und mit aufgequollenen Wandungen von 0,0004 — 0,0008''' Dicke zurück. Auch an mit Sublimat behandelten Nerven isoliren sich, wie *Czermak* (*Zeitschr. f. w. Zool.* 1850) angibt, die Scheiden oft recht hübsch, dagegen hat es mir

nie gelingen wollen, dieselben durch concentrirte Essigsäure in der Kälte darzustellen, wie *Henle* mittheilt und möchte ich fast glauben, dass derselbe die auf diese Weise ungemein leicht sich darbietenden Axenfasern für die Scheiden genommen hat, um so mehr, da er von deren Vorkommen gänzlich schweigt. — Von Fasern in der Scheide der Nervenröhren, die manche Autoren, *Rosenthal*, *Valentin*, auch *Henle* zum Theil annehmen, habe ich nichts gesehen und ich glaube, dass Einknickungen und Runzeln derselben oder innerlich ansitzende Theile geronnenen Nervenmarkes, die namentlich bei Essigsäurezusatz oft stabförmig und wie zu Netzwerken vereint vorkommen, für solche gehalten worden sind.

Ob auch die feinsten Nervenröhren der Centralorgane und der peripherischen Nerven eine structurlose Scheide besitzen, ist unausgemacht. Bis zu Nervenfasern von 0,002‴ Durchmesser herab sind dieselben an beiden Orten auf die eine oder andere der angegebenen Methoden mit Bestimmtheit nachzuweisen. Bei feineren Röhren bis zu 0,001‴ herab glaubt man wohl hie und da durch Druck freie Theile der Hülle zu sehen (*Valentin*, *Wagn. Handwörterb. II. Fig.* 44, *Henle, Tab. IV. Fig.* 5 *M.*), doch ist es, wie auch *Henle* angibt (pg. 621), nicht möglich, zu einem bestimmten Resultat zu kommen und was die allerfeinsten Fasern in der Retina und in der grauen Substanz der Centralorgane anlangt, so muss bei unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln der Nachweiss einer Hülle an denselben geradezu als eine Unmöglichkeit bezeichnet werden. Es bleibt demnach, wenn eine Ansicht geäussert werden soll, nichts als die Analogie mit den gröberen Nervenfasern und der Umstand, dass der flüssige Inhalt auch bei den feineren und feinsten Fasern ebenso zusammenhält, wie bei den gröberen und aus diesen Gründen bin ich für mich der Meinung, dass auch die feinsten Fasern Hüllen besitzen. Hiermit soll jedoch nicht behauptet werden, dass dunkelrandige Nervenfasern bei allen Wirbelthieren gesonderte Scheiden haben. Ich habe bei Froschlarven mehrere dunkelrandige Fasern in einer und derselben durch Verschmelzung von Zellmembranen gebildeten structurlosen Scheide sich entwickeln sehen (*Annal. de scienc. nat.* 1846) und Aehnliches findet sich auch, wenigstens nach *R. Wagner's* Abbildungen (*Ueber den feineren Bau des electrischen Organes im Zitterrochen*, *Göttingen* 1847, Fig. III. b.), im electrischen Organe von Torpedo, wo selbst fünf und sechs dunkelrandige Röhren innerhalb einer und derselben nicht aus Bindegewebe gebildeten, sondern der eigenthümlichen Hülle anderer Nervenröhren entsprechenden Scheide vorkommen. In beiden Fällen erhalten übrigens die einzelnen Nervenröhren schliesslich besondere Scheiden und behalten dieselben auch bis zu ihren letzten Ausbreitungen bei.

Einige Autoren beschreiben Kerne der Nervenfaserscheiden. *Schwann*, der ihr Vorkommen bei embryonalen Nervenfasern auffand, traf dieselben auch noch bei ausgebildeten Fasern im *Nervus vagus* des Kalbes (pg. 175) und *Rosenthal* (§. 24.) will sie öfter in cerebrospinalen Nerven gesehen haben. Mir ist es so wenig, als *Henle* (pg. 620) bisher geglückt, in den Nervenstämmen erwachsener Thiere Kerne in den Scheiden der Fasern selbst zu sehen, dagegen ist es allerdings sicher, dass bei Wirbelthieren aller Klassen in den Endausbreitungen der Nerven hie und da Kerne in Hüllen der Fasern vorkommen, die allem Anscheine nach die Bedeutung

der structurlosen Scheiden der gewöhnlichen Nervenröhren haben. Am exquisitesten sieht man diese Kerne und Scheiden im electrischen Organe des Zitterrochen (siehe *R. Wagner's Abhandlungen*), ferner ganz deutlich in den Hautnerven des Frosches (siehe auch *Czermak* in *Müller's Archiv* 1849, Tab. V.), in manchen Muskelnerven desselben Thieres, in den Hautnerven der Maus u. s. w. Die Schwierigkeit ist jedoch die, dass sich nicht immer mit Bestimmtheit sagen lässt, ob diese kernhaltigen Scheiden wirkliche Hüllen der Nervenröhren sind oder dem Neurilem angehören und deshalb kann der Entscheid nur an der Hand der Entwicklungsgeschichte gegeben werden. Weist diese nach, dass solche Scheiden durch Verschmelzung von Zellen zu Röhren entstanden sind und dass in ihnen die dunklen Nervenröhren sich bildeten, wie dies für die Hautnerven des Frosches durch mich, für die des electrischen Organes durch *Ecker* geschehen ist, so kann man dieselben mit Sicherheit als eigentliche Nervenscheiden ansehen, ist dies jedoch noch nicht geschehen, so wird man auch sein Urtheil zurückhalten müssen.

Ueber die chemische Natur der Nervenscheide war bisher fast nichts bekannt. Ich theile als Anhaltspunct mit, dass dieselbe mit *Acid. acet. glaciale* fünf Minuten lang gekocht sich nicht auflöst, ja sich kaum verändert; ferner, dass sie auch ein kurzes Aufkochen mit *Natron causticum* überdauert und nur etwas aufquillt, nach längerem Kochen dagegen sich auflöst. In Wasser, Alkohol und Aether verändert sie sich auch beim Kochen nicht. Durch die *Pettenkofer*'sche Gallenprobe (Zucker und concentrirte Schwefelsäure), die nach *Schultze* auch Proteinverbindungen, Elain, nicht aber leimgebende Substanz und elastisches Gewebe roth färbt, scheint dieselbe sich nicht zu färben, doch ist dies wegen der Röthung der Marksubstanz nicht mit aller wünschbaren Bestimmtheit auszumitteln. Durch Salpetersäure und Kali endlich werden die Hüllen gelb (Xanthoproteinsäure), wie dies nach *Paulsen* auch mit dem elastischen Gewebe der Fall ist. Dem zufolge scheint die Nervenscheide noch am meisten mit dem elastischen Gewebe übereinzukommen, nur dass dieselbe offenbar in Alkalien minder resistent ist.

Die Markscheide oder das Nervenmark ist seiner leichten Veränderlichkeit wegen einer der am schwierigsten zu erforschenden Theile des Körpers. Um dasselbe in seinem normalen Verhalten zu sehen, muss man einen Nerven eines eben getödteten Thieres ohne Zusätze schnell unter das Mikroskop bringen, in welchem Falle man immer einzelne Fasern ganz unverändert sieht, jedoch durch das Eintrocknen der Nerven sehr schnell gestört wird. Ausserdem ist noch zu empfehlen die Beobachtung der Nerven in durchsichtigen Theilen eben getödteter oder lebender Thiere (Nickhaut, Schleimhaut des Frosches, Schwänze der Froschlarven), ihre Betrachtung auf erwärmten Glasplatten (*Stark*) und nach Behandlung mit Chromsäure, welche namentlich die Hirnfasern oft untadelig erhält. Das Nervenmark ist, wie *Henle* dasselbe richtig schildert (*Cannstatt's Jahresbericht* 1844, pg. 23), offenbar eine zähflüssige, dehnbare, klebrige, etwa mit dichterem Terpentinöl in Bezug auf Consistenz zu vergleichende Substanz, welche durch Druck alle möglichen Formen annimmt und in Gestalt von Kugeln, Fäden und hautartigen Massen für das Auge sehr verschieden,

blassrandig oder dunkelcontourirt, dunkel oder hell erscheint. Seine chemische Natur ist nicht genau bekannt, doch scheint so viel sicher, dass es Alles Fett der Nervenfasern enthält, indem es beim Kochen derselben in Alkohol und Aether allein verändert und zwar ausgezogen wird. Das Fett ist aber nicht rein in demselben enthalten, etwa wie in den Fettzellen, indem die Nervenfasern viel zu viel Wasser enthalten, als dass dasselbe nur in den zarten Scheiden und dem Axencylinder sitzen könnte und hiermit stimmt auch die Angabe von *Frémy* (*Compt. rendus* 1840, Nr. 19), nach dem sämmtliche Fette der Nervensubstanz Gemische von Fett und Eiweiss sind. Auch was ich sonst von dem Verhalten des Nervenmarkes gesehen habe, ist dieser Ansicht nur günstig. Mit Aether und Alkohol gekochte Nerven werden zwar ganz blass, enthalten aber offenbar noch einigen in Essigsäure aufquellenden Inhalt. Behandelt man solche Nerven mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure, so wird der Rest der Markscheide augenblicklich intensiv roth oder gelblich, was, da kein Elain mehr da ist, nur von Eiweiss herrühren kann. Ebenso werden mit Alkohol ausgezogene Nerven durch Salpetersäure und Natron in ihrem Marke orange (Xanthoproteinsäure), was ebenfalls die vorhandene Nhaltige Substanz deutlich anzeigt.

Die vielleicht schon von *Fontana* gesehene centrale Faser der Nervenröhren, welche wir jedoch erst durch *Remak* als Primitivband und durch *Rosenthal* und *Purkinje* als *Cylinder axis* genauer kennen gelernt haben, ist unstreitig der am schwierigsten zu erforschende und der am wenigsten gekannte Theil der Nervenröhren. Es gibt keinen Mikroskopiker, der nicht diese Axenfaser zum Oefteren gesehen, aber auch, wie man ungescheut behaupten darf, Keinen, selbst den Entdecker derselben, *Remak*, nicht ausgenommen, welcher sich rühmen könnte, die Verhältnisse derselben nach allen Seiten erforscht zu haben und zu kennen. Aus diesem Grunde haben sich auch nur Wenige, wie *Hannover* und *J. Müller*, unbedingt an *Remak* und *Purkinje* angeschlossen, welche den Axencylinder als constantes Gebilde auch in frischen Nerven annehmen, während die Meisten den Ansichten von *Valentin* (*Repert.* 1838, St. 76, 1839 St. 79) und *Henle* (*Allg. Anat.*) huldigten, die denselben als eine nicht immer vorkommende oder doch als eine secundäre, erst im Tode entstandene Bildung auffassen und als den nicht geronnenen veränderten Theil des im Leben homogenen Inhaltes der Nervenröhren ansehen. *Valentin* modificirte diese Ansicht später (*Repert.* 1841, pg. 97 u. 1842 pg. 114), indem er sagt, dass die Betrachtung des Axencylinders als nicht geronnener Theil des Nerveninhaltes nur auf die Fälle anwendbar sei, wo derselbe eine geringere Consistenz habe als die Rindensubstanz, in den anderen, freilich selteneren, wo derselbe fest sei, müsse ein Consolidationsprocess des Inneren der Nervenröhren angenommen werden und da derselbe immer nur im Centrum auftrete, so müsse hier eine bestimmte Geneigtheit zu dieser Bildung vorhanden sein. Wenn daher auch frische unveränderte Primitivfasern keinen Unterschied von Mark und Rinde darbieten und wenn daher die künstliche Entstehung der Centralgebilde angenommen werden könne, so scheine doch die Existenz des wahren Primitivbandes darauf hinzudeuten, dass wenigstens in einzelnen Nervenfasern ein materieller

Unterschied zwischen Centrum und Peripherie existire. Von neueren Autoren hat *R. Wagner* (*Götting. Anzeig.* 1850, Nr. 4) sich so ziemlich an *Valentin's* letzte Aeusserungen angeschlossen, indem er an den ganz frischen Primitivfasern blos eine homogene Markmasse und eine Scheide annimmt, aber auf der andern Seite auch der Meinung ist, dass die durch Einfluss von Wasserzusatz etc. sich rasch bildenden Veränderungen nur den Ausdruck einer ursprünglich angelegten organischen Structurverschiedenheit und chemischen Differenz der Nervensubstanz innerhalb der Faser bilden. *Bidder* und *Volkmann* (*Sympath. Nerv.* pg. 18) betrachten den Axencylinder einfach als secundäre Bildung und ebenso äussern sich auch *Bidder* (*Verhalten der Ganglienkörper zu den Nervenf.* pg. 19.) mit grosser Bestimmtheit, *Mulder*, *Donders* und *Moleschott* (*Phys. Chem.* pg. 637 u. flgde., *Holländ. Beiträge* pg. 62) und *Gerlach*.

Bei dieser Sachlage, wo zwar sehr viele Meinungen, aber wenig Thatsachen vorgebracht wurden, ist es begreiflich, dass für die Mehrzahl der Forscher die Annahme oder Verwerfung der Axenfaser im lebenden Nerven eine reine Glaubenssache war, um so mehr, da auch das Wenige, was über deren chemisches Verhalten vorlag, sich gänzlich widersprach, indem einerseits *Henle* (pg. 626) behauptete, dass der Axencylinder kein Eiweiss sei, wie es nahe liege zu vermuthen, anderseits *R. Wagner* (l. c.) ihn mit grosser Wahrscheinlichkeit aus Eiweiss bestehen liess, endlich, wiederum in vollem Gegensatze hiezu, *Mulder*, *Donders* und *Moleschott* (ll. cc.) seine Zusammensetzung aus Fett proclamirten. Und doch verdient der Axencylinder die Berücksichtigung des Mikroskopikers im höchsten Grade, indem man denselben zur Aufstellung der eingreifendsten Theorien in Bezug auf die Nervenwirkung benutzt hat (*Purkinje* und *Müller*) und weil man nur bei genauer Würdigung seiner Verhältnisse über die Art des Zusammenhanges von Ganglienkugeln und Nervenröhren ins Reine kommen kann. Aus diesem Grunde habe ich mich bemüht, die Natur desselben etwas genauer zu erforschen und theile in Folgendem die gewonnenen Resultate mit.

1. Der Axencylinder findet sich constant in jeder Nervenröhre, in centralen wie in peripherischen, in feinen und groben Fasern und zwar tritt derselbe schon ohne Behandlung derselben mit irgend einem Reagens im Tode hervor. In menschlichen Nerven, im Gehirn und Mark, wie man sie gewöhnlich zur Untersuchung erhält, ist der Axencylinder bei genauer Nachforschung überall und sicher zu erkennen und zwar, wie *R. Wagner* richtig angibt, am Allerleichtesten in den Centraltheilen, wo der Mangel von Neurilem und die Zartheit der Nervenscheiden dem Zerreissen der Röhren wenig Hindernisse setzt. Man sieht denselben hier selbst an den nahezu feinsten Röhren. Derselbe erscheint überall als eine blasse, helle, drehrunde oder häufiger leicht abgeplattete, hie und da selbst bandartige Faser, die bei einer ziemlichen Consistenz doch sehr biegsam und zugleich sehr elastisch ist, wie bei Compression von kleinen Theilchen des Rückenmarkes (in welchem Falle sehr viele Axencylinder sich anspannen und reissen und sich sehr zurückziehen und wellenförmig biegen) leicht sich beobachten lässt. Dieselbe ist im Mittel ein Drittheil so breit wie ihre Nervenröhre und daher

im Durchmesser sehr varirend, offenbar ganz solide, meist homogen, nicht selten aber auch leicht streifig oder sehr fein granulirt. Meist verläuft sie ganz gerade von zwei parallelen blassen Contouren begrenzt, ist hie und da auch stellenweise dicker oder schmaler, jedoch nie mit Varicositäten wie die Nervenröhren, ferner gebogen, selbst leicht wellenförmig gekrümmt, auch wohl mit einer unregelmässigen, selbst zackigen Contour.

2. Behandelt man frische Nervenfasern eines eben getödteten Thieres mit passenden Reagentien, so tritt die Axenfaser augenblicklich hervor. Ich benutzte Nerven des Frosches, die jederzeit beliebig frisch zu haben sind und von denen des Menschen nicht wesentlich differiren, und fand Essigsäure, Alkohol und Aether am zweckdienlichsten. Betupft man einen dünnen Nerven, während man ihn mit einer 100maligen Vergrösserung betrachtet, mit einem Tropfen *Acid. aceticum glaciale* oder *concentratum*, so sieht man im Nu, während der Nerv sich verkürzt, an den beiden Schnittenden grosse Stücke der krümlich gewordenen Markscheide und viele blasse, helle Fasern heraustreten und dasselbe geschieht, wenn man einen Nerven vorher zerzupft und einzelne Röhren ins Auge fasst. Die hellen Fasern ergeben sich mit Bestimmtheit als die Axenfasern, da sie leicht in die herausgetretenen Markscheiden und in ganze Nervenröhren sich verfolgen lassen und auch sonst ganz die Charactere derselben theilen, nur dass sie viel blasser und breiter (bis zu 0,004''' an peripherischen dicken Röhren) offenbar aufgequollen sind, ferner oft darmähnlich gewunden, ja selbst spiralig aufgerollt erscheinen, was seinen Grund einfach in der durch die Essigsäure bewirkten Verkürzung des ganzen Nerven hat. Das Nervenmark selbst wird durch Essigsäure krümelig; die Krümel sind bald Körnchen, bald ganz kurze Stäbchen, wie Fettkrystalle, welche letztere als sternförmige gruppirte Nadeln (Margarinsäure) sehr häufig auch auf den Nervenröhren sich finden.

Ebenso schön wie Essigsäure bringt auch Alkohol und Aether den Axencylinder zum Vorschein, sowohl wenn man frische Nerven in der Kälte mit denselben behandelt, in welchem Falle eine etwas längere Einwirkung nöthig ist, als wenn man sie mit diesen Flüssigkeiten kocht. Namentlich kann ich das Kochen in *Alcohol absolutus* empfehlen, bei welchem ebenfalls in kürzester Zeit herrliche Axenfasern zu Tage kommen. Die Nerven werden hierbei fester, lassen sich aber leicht zerfasern und zeigen immer sehr viele, auf grosse Strecken isolirte Centralfasern, die im Gegensatze zu den mit Essigsäure dargestellten wie contrahirt (höchstens 0,002''' breit), gelblich, fester, auch oft gewunden und gedreht sind. Eben so wirkt auch der Aether. Die Markscheiden werden durch die beiden Reagentien blasser und krümelig und die Krümel erscheinen oft wie zu zierlichen Netzen verbunden. Kocht man Nervenröhren in Aether und nachher in Alkohol, so sind dieselben ganz blass, jedoch die Scheiden und Axencylinder vollkommen deutlich und die letzteren gerade so wie nach Behandlung mit Alkohol allein. Demzufolge muss ich es als nicht der Wahrheit entsprechend bezeichnen, wenn *Donders* und *Moleschott* behaupten, dass die Axencylinder in Aether verschwinden und aus Fett bestehen. Gerade umgekehrt scheinen dieselben keine Spur von Fett zu enthalten,

wenigstens werden sie durch Aether und Alkohol, ausser dass sie etwas zusammenschrumpfen, nicht verändert, quellen auch nachher in Essigsäure wieder zu blassen breiten Bändern auf.

Ausser durch die genannten Reagentien stellen sich die Axenfasern noch vorzüglich schön dar durch Chromsäure (*Hannover*), Sublimat (*Purkinje, Czermak*) und Gallussäure, jedoch weniger in frischen Nerven, in denen dieselben zwar augenblicklich deutlich werden, jedoch immer nur mehr durch Zufall und vereinzelt sich isoliren lassen, als vorzüglich nach längerem Verweilen derselben in diesen Flüssigkeiten. Die Nervenröhren erscheinen hier zusammengezogen, die Markscheide krümlig, der Axencylinder dunkler, etwas contrahirt, in Chromsäure gelblich, sonst ganz wie oben beschrieben. *Czermak* hat im Acusticus des Störes aus sich theilenden Nervenfasern durch Sublimat auch gabelförmig gespaltene Axencylinder dargestellt. Von Terpentinöl, das *Gerlach* empfiehlt, habe ich kein Resultat erhalten. Ich zweifle nicht, dass auch noch manche andere Reagentien ähnliche Erfolge geben, habe jedoch bisher, ausser von den genannten, nur noch vom Jod und zwar eine ausgezeichnete Wirkung gesehen. Dasselbe macht ebenfalls an ganz frischen Nerven die Markscheide augenblicklich ganz krümlig und lässt neben vielen auf grösseren Strecken isolirten, etwas geschrumpften Axenfasern, in vielen Nervenröhren dieselben aufs Deutlichste *in situ* und zwar meist geschlängelt erkennen. Von Salzsäure, Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure habe ich in Betreff der Darstellung des Axencylinders keine Erfolge gesehen.

3. Der Axencylinder besteht aus einer vom Faserstoff verschiedenen festen Proteinverbindung. Die chemische Natur des Axencylinders ist schwer zu erforschen, weil man denselben nicht in grösseren Mengen zu isoliren im Stande ist; doch lässt sich durch mikrochemische Reactionen Einiges ermitteln. In concentrirter Essigsäure quillt derselbe sehr bedeutend auf, löst sich jedoch schwer und ist selbst nach mehrere Minuten fortgesetztem Kochen, wenn auch blass, doch immer noch unverändert. Länger mit Essigsäure gekocht, löst sich derselbe gerade wie auch geronnenes Eiweiss, dagegen bleiben die Hüllen und etwas Contentum ungelöst. Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) greifen in der Kälte den Axencylinder nur langsam an, doch wird derselbe in Natron augenblicklich sehr blass und quillt bis zu 0,004, 0,005 ja 0,006‴ auf. Längeres Verweilen in Natron löst denselben auf und dasselbe geschieht beim Kochen schon nach dem ersten Aufwallen der Flüssigkeit. In rauchender Salpetersäure geht er nach Kurzem, in weniger als einer halben Minute, zu Grunde, gerade wie diess auch mit geronnenem Eiweiss der Fall ist. Mit Salpetersäure und Kali behandelt wird der Axencylinder gelb (Xanthoproteinsäure) und ist spiralig zusammengezogen in den ebenfalls jedoch minder verkürzten Nervenröhren zu sehen. Dagegen wird er durch Zucker und concentrirte Schwefelsäure, welche geronnenes Eiweiss roth färben, nicht tingirt, sondern nimmt höchstens einen gelblichen oder schwach röthlichen Schein an. In Wasser verändert sich der Axencylinder nicht, auch nicht beim Kochen, in welchem Falle er leicht sich isolirt und etwas geschrumpft erscheint; durch Aether und Alkohol wird er selbst beim Kochen nicht gelöst, schrumpft jedoch etwas zusammen. Das Letztere geschieht auch durch Sublimat,

Chromsäure, Jod und kohlensaures Kali. Nehmen wir alle diese Reactionen zusammen, so möchte sich wohl mit Bestimmtheit ergeben, dass der Axencylinder eine geronnene Proteinverbindung ist, die jedoch vom Faserstoff sich unterscheidet, indem sie in kohlensaurem Kali sich nicht löst und in Essigsäure und caustischen Alkalien viel mehr resistirt. Mit der Substanz, welche die Muskelfibrillen bildet, stimmt dieselbe dagegen auch durch ihre Elasticität ziemlich überein, wie denn auch schon *Virchow* (*Zeitschrift für ration. Pathologie* 1846, pg. 276) darauf aufmerksam macht, dass die Gehirnsubstanz in kohlensaurem Kali wie der Muskelfaserstoff erhärte, nur ist diese denn doch in caustischen Alkalien und Essigsäure leichter löslich und röthet sich durch die *Pettenkofer*'sche Gallenprobe ganz bestimmt. Für die Annahme, dass der Axencylinder Eiweiss sei, spricht keine Thatsache mit Bestimmtheit, denn wenn es auch sicher ist, dass der Eiweissgehalt, den die bisherigen Untersucher in der weissen Nervensubstanz gefunden haben, einem guten Theile nach von demselben stammt, so frägt sich doch, ob die Bestimmung des Eiweisses, vorausgesetzt, dass sie möglich ist, mit der gehörigen Umsicht angestellt wurde. Auf jeden Fall möchte es, bei der grossen Schwierigkeit, ja selbst Unmöglichkeit, feste Proteinverbindungen von einander zu unterscheiden, vorläufig am gerathensten sein, den allgemeinen, am Anfange dieses Satzes festgehaltenen Ausspruch nicht zu überschreiten.

Diess die wichtigsten Thatsachen, die in Betreff des Axencylinders sich ermitteln lassen. Der Schluss, der aus denselben sich ziehen lässt, scheint mir einfach der, dass der Axencylinder kein Kunstproduct ist, sondern als wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nerven angenommen werden muss. Dass derselbe nicht als der ungeronnene centrale Theil des Nervenmarkes betrachtet werden kann, ist klar, wenn man weiss, dass er immer und ohne Ausnahme als ein festes, wenn auch biegsames Gebilde erscheint und es bleibt daher für die, welche denselben als secundäres Erzeugniss ansehen, nur die Möglichkeit, dass derselbe durch Gerinnung eines Theiles des Nervenfaserinhaltes sich bilde. Man könnte einmal mit *Mulder* u. *Donders* statuiren, dass im Tode und durch Reagentien das Fett und die Proteinverbindung der Nerven von einander sich sondern und die Letztere im Centrum der Nervenfasern, das Fett, das, wie ich entgegen den genannten Forschern zeigte, nicht den Axencylinder bildet, an der Peripherie sich ansammle, allein gegen diese Annahme spricht 1) dass der Axencylinder auch an Nervenröhren zu sehen ist, bei denen nur der äusserste Theil des Inhaltes verändert sich zeigt, 2) dass nicht einzusehen ist, wie eine solche Trennung des Nerveninhaltes durch alle möglichen Agentien, Kälte, Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, Chromsäure, Sublimat, Jod immer in derselben Weise zu Stande kommen kann, 3) endlich, dass man nicht begreift, wie Eiweiss oder überhaupt eine Proteinverbindung, die nicht Faserstoff ist und doch offenbar im flüssigen Zustande vom Fette sich scheiden müsste, von selbst, in der Kälte und durch Wasser gerinnen und zu dem elastischen Axencylinder werden kann. Zweitens liesse sich annehmen, dass der Axencylinder der fest gewordene centrale Theil des Nervenfaserinhaltes sei, womit, entgegen der Ansicht Vieler, im Sinne *Valentin*'s eine wenn auch nicht morphologische, doch

chemische Differenz in der frischen Nervenfaser zugegeben wäre, allein auch gegen diese Ansicht spricht, dass die Axenfaser, die auf keinen Fall Faserstoff ist, schon von selbst und in Wasser mit den oben geschilderten Eigenschaften sich bildet. So bleibt schliesslich nichts anderes übrig, als die Existenz derselben in Gestalt einer zähen elastischen Faser schon in lebenden Nerven festzusetzen, eine Ansicht, welche offenbar die naturgemässeste von Allen ist, indem nur durch dieselbe das durchaus constante Vorkommen der Axenfaser, das immer gleiche Verhalten derselben in Gestalt, Lage und chemischen Eigenschaften, ihr Hervortreten unter den mannigfachsten äusseren Umständen begreiflich werden. Das Einzige, was sich gegen diese Auffassung der Sache etwa einwenden liesse, ist das, dass die Axenfaser im lebenden, frischen Nerven nicht sichtbar und überhaupt ohne Reagentien im Innern der Nervenröhren nicht als besonderes Gebilde zu unterscheiden sei. Allein es ist zu bemerken, dass dieselbe auch aus noch warmen Nerven zur Anschauung gebracht werden kann. So finde ich prächtige hervorstehende Axenfasern an den Wurzeln der Hirnnerven eben getödteter Frösche, die ich mit Zuckerlösung möglichst schnell untersuche, namentlich am *Opticus*, *Trigeminus*, *Vagus*, auch an Rückenmarksnerven, z. B. dem zweiten, ich sehe sie unter denselben Verhältnissen in peripherischen zerzupften Nerven des Frosches und habe hier selbst mehrere Male in grösseren, aus Nervenröhren herausgepressten Marktropfen die Axenfasern als gewundene Fäden mit Sicherheit erkannt (Fig. 122. 2.). Es bleibt mithin als gegenstehende Thatsache nur die, dass allerdings im Innern der frischen Nervenröhren selbst die Axenfaser ohne Reagentien nicht sicher zu erkennen ist; allein dieses beweist offenbar durchaus nichts, denn dieselbe ist auch im Innern von Röhren älterer Nervensubstanz, welche, wie die zahlreichsten Beispiele von isolirt an ihnen vorkommenden Axenfasern beweisen, Alle ohne Ausnahme solche enthalten, nicht zu sehen. So wenig als man hier aus dem Umstande, dass die Axenfaser das gleiche Lichtbrechungsvermögen besitzt, wie der noch flüssige Theil der Markscheide, auf ihre Abwesenheit schliessen kann, eben sowenig darf dies an frischen Nervenfasern geschehen. Alles zusammengenommen komme ich zur Ueberzeugung und festen Ansicht, dass auch in frischen Nerven ein besonderes Centralgebilde existirt, das nicht nur durch seine chemische Zusammensetzung, wie mir über jeden Zweifel erhaben scheint, sondern auch durch seine Consistenz und Elasticität, sowie durch eine bestimmte Form von den äusseren Theilen, i. e. der Markscheide, sich unterscheidet. Der Zustand, in welchem wir die Axenfaser in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blutserum, Eiweiss, *Humor vitreus* zu Anschauung erhalten, scheint mir der naturgemässe zu sein, wogegen allerdings Alkohol, Aether, Jod, Sublimat, Gallussäure, Chromsäure uns dieselbe consistenter als normal, Essigsäure, verdünnte Salpetersäure, Alkalien dagegen blasser und aufgequollener zeigen. Das Nervenmark bildet eine halbflüssige Rinde um die Axenfaser herum und hängt mit derselben innig zusammen, ohne jedoch mit ihr eins zu sein. Man kann daher auch durch Druck sehr häufig das Mark für sich allein zu den Enden der Röhren oder zu seitlichen Rissen der Scheiden heraustreiben. Solche Marktropfen gerinnen

gewöhnlich an der Oberfläche und bleiben im Innern hell und klar, wie der centrale Theil der Nervenröhren; viele Autoren haben dieselben als Tropfen des Gesammtinhaltes der Nervenröhren bezeichnet und ihre Bildung als Beweis gegen die Präexistenz der Axenfasern benutzt, allein mit Unrecht. Dieselben gehören nur der Markscheide an, welche an allen nur doppelt contourirten Nervenröhren im Innern noch auf eine ziemliche Strecke ganz hell und klar ist. Axenfaser und heller Raum in doppelt contourirten Röhren sind mithin keineswegs identisch und es ist nicht im Geringsten befremdend und gegen den Axencylinder sprechend, wenn aus solchen Röhren eine Menge Tropfen mit doppelten Contouren und hellem Innern sich erhalten lassen. Die Markscheide kann auch ganz gerinnen und dann bleibt die Axenfaser bald als heller, überall gleich breiter Streif deutlich, bald wird sie, wenn die Krümel zahlreicher sind, verdeckt, so dass der Nerveninhalt ganz geronnen erscheint. Dies ist jedoch nur Schein und immer liegt im Innern solcher Fasern die helle Faser, die ich noch nie geronnen und krümlig gesehen.

R. Wagner nimmt (l. c.), ausser den bezeichneten Theilen, in jeder Nervenfaser noch eine zwischen Axencylinder und Rindenschicht (Markscheide) liegende, blasse, mit der letztern enge, mit dem Axencylinder lose verbundene Schicht an. Was hiermit gemeint ist, weiss ich nicht. Von einem vierten Bestandtheil der Nervenfasern habe ich so wenig als irgend ein anderer Autor etwas finden können und ich vermuthe daher, dass *W.* den an doppeltcontourirten Fasern, wie man sie gewöhnlich sieht, nicht geronnenen Theil der Markscheide als besondere Schicht bezeichnet, eine Unterscheidung, die sich auf keinen Fall rechtfertigen liesse. Eine Hülle der Axenfasern, wie sie *Hannover* statuiren muss, da er dieselben für hohl hält, womit ich jedoch nicht einverstanden bin, kann *W.* nicht meinen, da er seine Schicht nur lose mit der Axenfaser verbunden nennt.

Marklose Nervenfasern finden sich an vielen Orten. Ich rechne zu denselben 1) die blassen Fasern in den Pacinischen Körperchen, 2) die kernhaltigen blassen Fasern in den Enden des Geruchsnerven (*Todd-Bowman*, *Remak*), 3) die ganz durchsichtigen kernlosen Nervenfasern in der Cornea, 4) die blassen, verästelten und zum Theil anastomosirenden Nervenenden im elektrischen Organ von Torpedo und Raja (*R. Wagner*, *Ecker*), 5) die ähnlich beschaffenen Nervenenden in der Haut der Maus (siehe §. 11.), 6) die blassen Fortsätze der Nervenzellen der Centralorgane und Ganglien, auch wenn dieselben nicht alle in dunkelrandige Fasern übergehen sollten. Von diesen Fasern wurden die an Nervenenden vorkommenden gleich von ihren ersten Beobachtern unbedingt für Nervenröhren gehalten und die Nervenzellenfortsätze anlangend, so schrieb ich denselben ebenfalls schon im Jahr 1846 diese Bedeutung zu, allein diese Ansichten konnten doch nicht als ganz gesichert betrachtet werden, so lange nicht das Verhältniss dieser Fasern zu den dunkelrandigen Elementen vollkommen aufgeklärt war. Seit man aber durch *Schwann*, *Ecker* und mich weiss, dass die Nervenfasern der Embryonen genau ebenso beschaffen sind, wie die in Frage stehenden blassen Fasern, seit man durch mich, *Wagner*, *Robin* und *Bidder-Reichert* den Uebergang der blassen Fortsätze der Ganglienkugeln in dunkelrandige Fasern kennt, ist es eher möglich

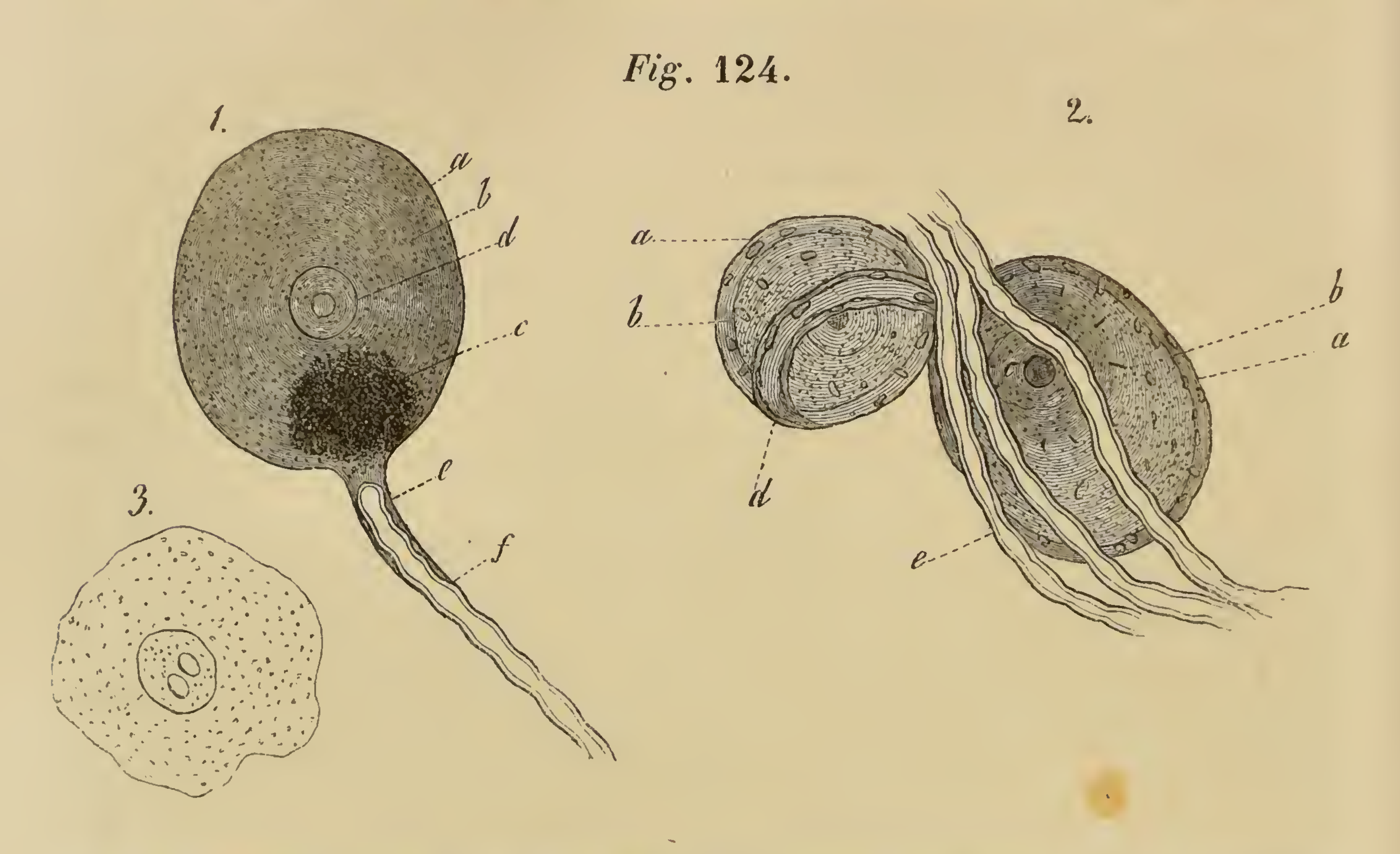
geworden, über diese Sache ins Klare zu kommen. *R. Wagner* ist der Erste, der hierauf bezügliche Aeusserungen gethan hat. Nach ihm sind die blassen Fasern in den Pacinischen Körperchen und in den elektrischen Organen Nervenscheiden mit Axencylindern (*Götting. Anz.* 1850, Nr. 4, pg. 46) und die Fortsätze der Nervenzellen, die in Nervenfasern übergehen, selbst blosse Axencylinder (pg. 54); ja er vermuthet sogar (*Gött. Anz.* 1850, Nr. 59, pg. 585), dass der ganze granulirte Inhalt einer Ganglienzelle nichts als ein kugelförmig erweiterter Axencylinder sei. Allein diese Ansichten konnten, obschon sehr dankenswerth, weil zu neuen Forschungen anregend und neue Gesichtspuncte aufstellend, doch für nicht mehr als blosse Vermuthungen gelten, weil *R. Wagner* ebenso wie alle seine Vorgänger den Beweis für die Existenz des Axencylinders als eines im lebenden Nerven vorkommenden und von der Markscheide differenten Gebildes schuldig geblieben war. Ich glaube diesen Beweis gegeben zu haben und halte mich daher auch für vollkommen berechtigt zur Behauptung, dass die markhaltigen Nervenfasern durch die Axenfasern einerseits mit den blassen Fortsätzen der Ganglienkugeln und dem Inhalte dieser Zellen direct zusammenhängen, anderseits auch in die blassen Nervenenden der genannten Orte übergehen. Dies gibt aber, wie ich glaube, noch keinen Grund, die genannten blassen Fasern oder den Inhalt der Nervenzellen mit den Axencylindern zu identificiren. Dies könnte nur dann geschehen, wenn wir mit Bestimmtheit wüssten, dass die Markscheide der dunkelrandigen Nervenröhren bei der Entwicklung der Nerven von aussen her zu dem Inhalte der blassen embryonalen Fasern dazu kommt und eine ganz neue Bildung zwischen diesem Inhalte und der Nervenscheide ist. Dies ist jedoch nicht der Fall, ja es ist umgekehrt viel wahrscheinlicher, dass diese Markscheide, die ja auch eiweisshaltig ist, nur durch Metamorphose des äussersten Theiles des embryonalen Nerveninhaltes, d. h. durch Fettentwicklung in demselben sich entwickelt und dass der Axencylinder nur der nicht veränderte innerste Theil dieses Inhaltes ist. In diesem Falle wären alle Gebilde, um deren Deutung es sich hier handelt, nicht blosse Axencylinder, sondern würden einer ganzen embryonalen Nervenröhre mit ihrem noch nicht differenzirten Inhalte entsprechen und auch mit allen Theilen der dunkelrandigen Röhren continuirlich zusammenhängen, eine Deutung, der ich wenigstens vorläufig den Vorzug gebe. Uebrigens will ich noch bemerken, dass auch die blassen Nervenröhren auf verschiedenen Stufen der Entwicklung gefunden werden. Die kernhaltigen Fasern im Geruchsorgan stehen vollkommen auf der Stufe embryonaler Fasern, ebenso allem Anscheine nach die blassen Verästelungen im elektrischen Organ und möchte der Inhalt dieser beiderlei Röhren in seiner Consistenz weniger mit einer Axenfaser übereinstimmen; in den Pacinischen Körperchen bietet sich der Inhalt der blassen Fasern, denn eine Scheide ist auch hier vorhanden, ganz wie ein Axencylinder dar; in der Cornea ist das Contentum der glashellen Endröhren ganz eigenthümlich, und was endlich die Fortsätze der Nervenzellen betrifft, so bestehen dieselben aus einer zarten Hülle und einem Inhalte, der oft fast ganz einem Axencylinder gleicht, oft aber auch zarter ist als dieser und mit dem Contentum der Nervenzellen übereinstimmt. Demzufolge würde der Inhalt der blassen, marklosen Nervenröhren, obschon derselbe genetisch mehr bedeutet als

eine Axenfaser, doch vielleicht nahezu die Natur einer solchen anzunehmen im Stande sein.

§. 114.

Die Nervenzellen, *Cellulae nerveae*, (Belegungskörper, Nervenkörper, *Valentin*) (Fig. 124.), sind kernhaltige Zellen, welche in grosser Zahl in der grauen oder gefärbten Substanz der Centralorgane,

Fig. 124.



in den Ganglien und hie und da auch in Nervenstämmen und in den peripherischen Ausbreitungen der Nerven (*Retina*, Schnecke, Vorhof) sich finden. Jede Nervenzelle besitzt als äussere Bekleidung eine zarte structurlose Membran, welche in den Zellen der Ganglien (den Ganglienzellen, Ganglienkugeln, Ganglienkörpern) mit Leichtigkeit nachzuweisen ist, sehr schwer an denen der Centralorgane; doch gelingt es auch hier, unter Zuziehung von Reagentien, an den grössern Zellen die Membran ziemlich bestimmt zu sehen, wogegen bei den kleinsten, gerade wie bei den feinsten Nervenröhren die Anwesenheit derselben nur aus der Analogie erschlossen werden kann. Der Inhalt der Nervenzellen ist eine weiche,

Fig. 124. Nervenzellen 350 mal vergr. aus dem Acusticus. 1. Nervenzellen mit Faserursprung aus der Anastomose zwischen Facialis und Acusticus im *Meat. aud. int.* des Ochsen, *a.* Membran der Zellen, *b.* Inhalt, *c.* Pigment, *d.* Kerne, *e.* Fortsetzung der Scheide auf die Nervenfaser, *f.* Nervenfaser. 2. Zwei Nervenzellen mit Fasern aus der *N. ampull. infer.* des Ochsen, *a.* Scheide mit Kernen, *b.* Membran der Zellen, *c.* Kerne, *d.* eine entspringende Faser mit kernhaltiger Scheide. 3. Isolirter Inhalt einer Ganglienzelle mit Kern und zwei Nucleolis. Diese Zeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Dr. *Corti.*

aber zähe, elastische Masse, die, abgesehen von dem Zellenkern, aus zwei Theilen besteht, erstens aus einer hellen, homogenen, leicht gelblichen oder farblosen Grundmasse, welche die physikalischen Eigenschaften des Nervenzelleninhalts bedingt und eine Proteinverbindung ist und zweitens aus feinen Körnchen verschiedener Art. In den ungefärbten Nervenzellen sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt bis ins Innere verbreitet und in die zähe Grundsubstanz eingebettet, während in den gefärbten Zellen statt ihrer mehr oder weniger gelbliche, braune oder schwarze Körperchen sich finden. Diese letzteren sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kernes in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz und geben ihr vollkommen das Ansehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle. Mitten in diesem Inhalte liegt der Zellenkern als ein meist sehr klar hervortretendes kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand, ganz hellem flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen.

Die Grösse der Nervenzellen ist sehr verschieden; es gibt auch hier, wie bei den Fasern, grosse und kleine und Mittelformen. Die Extreme für die Zellen sind 0,002 — 0,003‴ und 0,05 — 0,06‴. Die Kerne, die den Zellen meist entsprechen, messen von 0,0015 — 0,008‴, die Kernkörperchen 0,0005—0,003‴. Ausserdem unterscheiden sich die Nervenzellen noch 1) in zartwandige und dickwandige, von denen die ersteren fast alle im Mark und Hirn sich finden und 2) in selbständige Zellen und in Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren und häufig ramificirt sich finden, und die ersteren an vielen Orten in dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen und selbst die Bedeutung von marklosen Nervenfasern haben.

Ausser den Nervenzellen finden sich in der grauen Substanz der höhern Centralorgane als constante Bestandtheile auch eine feinkörnige blasse Substanz, die mit dem Inhalte der Zellen die grösste Aehnlichkeit hat und ausserdem stellenweise grosse Anhäufungen freier Zellenkerne. Aehnliche Elemente enthalten auch die Retina und nach *Wagner* und *Robin* die Ganglien der Plagiostomen.

Die Nervenzellen sind einfache Zellen, als welche sie schon von *Schwann* aufgefasst wurden, dies beweist ihre Form, ihre chemische Zusammensetzung und ihre Entwicklung deutlich und klar. Wenn *Bidder* neulich (l. c) von der Thatsache ausgehend, dass an manchen Orten die Ganglienzellen an zwei Enden mit dunkelrandigen Nervenfasern in Verbindung stehen,

die Ansicht aufstellt, dass dieselben als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien, so beweist dies eben nur, dass man von einem einseitigen Standpuncte aus die Wahrheit nicht leicht gewinnt. *Bidder* hat die Nervenzellen übersehen, die keine Fasern abgeben, die ganz dieselbe Hülle besitzen, wie die mit Faserursprüngen, und nicht beachtet, dass es auch Nervenzellen mit Einer und solche mit vielen Faserursprüngen gibt, bei denen seine Anschauungsweise ganz unnatürlich wird, endlich dass die Entwicklungsgeschichte die Bildung einer Nervenzelle *in toto*, mag sie nun Faserursprünge besitzen oder nicht, aus einer einfachen Zelle beweist.

Die Fortsätze der Nervenzellen in Hirn und Mark, die *Purkinje* zuerst gesehen und *Remak*, *Hannover*, *Todd* und *Bowman* in ihren Endausbreitungen weiter verfolgt haben, werden bei den Centralorganen näher geschildert und dort auch die Frage erörtert werden, wie dieselben zu den centralen Fasern sich verhalten. In den Ganglien fehlen Zellen mit vielfachen verästelten Fortsätzen und an ihren Stellen finden sich nur solche mit einem oder zwei blassen Anhängen. Der Ursprung dunkelrandiger feiner Nervenfasern von den ersteren wurde zuerst von mir im Jahre 1844 bei Säugethieren und Amphibien mit Bestimmtheit gesehen, eine Beobachtung, die von vielen Seiten her bestätigt und noch dadurch erweitert wurde, dass im Jahre 1847 *Bidder-Reichert*, *Wagner* und *Robin* fast gleichzeitig, namentlich bei Fischen den häufigen Abgang zweier Fasern von einer Zelle darthaten, welcher Erfahrung nur dadurch Eintrag geschah, dass dieselbe als die Einzige Weise, auf welche Nervenröhren und Ganglienkugeln miteinander sich verbinden, hingestellt wurde. Doch lenkten bald *Volkmann* die Frage mehr nach der richtigen Mitte und ebenso *Stannius*, und ganz mit Recht, denn wie wir unten sehen werden, ist von dem, was für die Fische gilt, beim Menschen und bei den höheren Thieren sehr wenig zu finden.

Ueber die chemische Composition der Nervenzellen mögen folgende Thatsachen Aufschluss geben. In verdünnter Essigsäure wird der Zelleninhalt körniger, die Zellen etwas kleiner, aber sonst, so wenig als ihre Fortsätze, gar nicht verändert, ja die Kerne deutlicher. Concentrirte Essigsäure wirkt in der Kälte anfangs kaum mehr ein, nach längerer Zeit löst sie aber doch die Zellen und ihre Fortsätze gänzlich auf, mit Ausnahme der dunklen und pigmentirten Körnchen, wo dieselben sich finden und dasselbe geschieht bei erhöhter Temperatur in kurzer Zeit. In Chromsäure, Sublimat, Jod und kohlensaurem Kali erhalten sich die Nervenzellen und ihre Fortsätze ganz vortrefflich, nur schrumpfen dieselben etwas und erhärtet überhaupt die graue Substanz. Von Aether und Alkohol werden die Zellen wenig angegriffen, doch findet man sie nach einiger Zeit und namentlich bei Anwendung von Wärme blasser und verlieren dieselben ihr körniges Ansehen zum Theil. Kaustische Alkalien machen verdünnt die Nervenzellen und ihre Fortsätze aufquellen und, abgesehen von den Pigment- und Fettkörnchen, die sich nicht verändern, erblassen, doch unterscheidet man ihre Contouren noch ganz gut; oft selbst schärfer, so dass die vorhandene Membran deutlich wird, weniger den Kern, der oft gleich verschwindet. Nach längerer Einwirkung lösen sie die Zellen

und Fortsätze bis auf die erwähnten Körner auf und dasselbe ereignet sich beim Kochen im Nu. Rauchende Salpetersäure macht die Zellen blass, eine Hülle ist nicht zu sehen, doch sind Kern und Nucleolus deutlich. Concentrirte Salzsäure in der Kälte greift Zellen und Fortsätze kaum an. Dasselbe gilt vom Wasser, in welchem jedoch beim Kochen der Zelleninhalt fester wird und die graue Substanz erhärtet. — Aus diesen Thatsachen ergibt sich mit Bestimmtheit, dass die Nervenzellen dem grössten Theile nach aus einer geronnenen, obschon weichen Proteinverbindung bestehen, die mit der der Axenfasern sehr übereinzustimmen scheint. Ob die Membranen und Kerne wesentlich von derselben abweichen, ist unausgemacht. Das Fett, das man in geringer Menge auch in der grauen Substanz gefunden hat, bildet auf jeden Fall die dunklen Körnchen der Zellen und scheint auch sonst im Inhalte derselben sich zu finden.

Drückt man isolirte Nervenzellen, so platten sie sich sehr ab, nehmen aber beim Nachlass ihre alte Form wieder an. Auch ihre Fortsätze sind sehr elastisch und lassen sich, gleich den Axenfasern, sehr in die Länge ziehen, um nachher wieder sich zu verkürzen.

Da unsere Kenntniss der chemischen Zusammensetzung der grauen und weissen Nervensubstanz noch Manches zu wünschen übrig lässt, so begnüge ich mich mit folgenden Angaben. *Lassaigne* fand im Hirn eines Wahnsinnigen:

	Graue Substanz.	Weisse Substanz.
Wasser	85,2	73,0
Eiweiss	7,5	9,9
Farbloses Fett	1,0	13,9
Rothes Fett	3,7	0,9
Fleischextract, milchsaure Salze	1,4	1,0
Phosphorsaure Salze	1,2	1,3.

Nach *Frémy* (*Compt. rend. Tom.* 9, pg. 703, *Annal. der Chem. und Pharm.* 1841, Bd. 40, St. 69) enthält das Gehirn (beide Substanzen zusammen) 80 % Wasser, 7 % Eiweiss, 5 % Fett, 8 % Fleischextract und Salze, was mit der Analyse von *Vauquelin*, der ausserdem das Fleischextract zu 1,12, die Salze zu 6,65 bestimmt, fast ganz übereinkommt, dagegen von der von *Denis*, welcher viel mehr Fett (12,40 bei einem 20jährigen, 13,3 bei einem 78jährigen Menschen) und weniger Wasser 78 und 76 %) fand, abweicht. — Alle Chemiker nennen die Proteinverbindung der Nervensubstanz Eiweiss, ohne sie näher zu characterisiren, doch gibt *Mulder* (*Phys. Chem.* pg. 648) zu, dass dasselbe in einer Form sich finde, die man coagulirt nennen könne, wenigstens sei sie in Wasser unlöslich. Die Schwierigkeit, geronnene Proteinverbindungen zu unterscheiden, ist aber bekannt und daher ist, wie oben schon bemerkt wurde, die Bestimmung derjenigen der Nerven als Eiweiss vorläufig nicht mehr als eine willkürliche. Die Fette der Nervensubstanz sind vorzüglich Cholestearin, ausserdem nach *Frémy* zwei Natronseifen, von denen die eine fest, die andere flüssig ist. Die in denselben enthaltenen Fettsäuren, Cerebrinsäure und Phosphorelainsäure enthalten nach ihm Phosphor, aber keinen Schwefel. Nach *Gobley* (*Journ. de Chim. et de Phys.*, 3. Ser.,

T. 11, pg. 409, T. 12, pg. 5) findet sich im Gehirn auch phosphorsaures Glycerin-Ammoniak. — Die Proteinverbindung und die Fette sind in den Nervenzellen auf jeden Fall, abgesehen von den isolirten Fettkörnchen, in einem innigen Gemeng, so dass die aufgelösten Fette die erstere durchdringen, vorhanden; in der weissen Substanz des Nervensystems scheint dagegen mehr eine Trennung der beiden Substanzen gegeben zu sein, so dass das Fett die Markscheide, die Proteinverbindung die Axenfaser der Nervenröhren bildet, doch möchten auch hier beide Theile, der eine Fett, der andere Protein im Minimo enthalten. Auf jeden Fall ist aber, wie *Henle* richtig bemerkt, weder hier noch dort an ein Verhältniss der zwei Substanzen wie in einer Emulsion zu denken, und muss die Ansicht *Mulder's*, dass die mit Fett und Wasser zu ein emulsionsartigen Körper verbundene Proteinsubstanz die äussersten körnigen Theile der Nervenröhren, eine grössere Quantität Fett mit mehr oder weniger Proteinsubstanz ohne Wasser (!) die innere durchsichtige Achse bilde, vom mikroskopischen und mikrochemischen Standpuncte aus als durchaus nicht stichhaltig bezeichnet werden.

Centrales Nervensystem.

§. 115.

Rückenmark. Die nervösen Elemente sind im Rückenmark so vertheilt, dass die äussere weisse Substanz desselben ausschliesslich von Nervenröhren, der graue Kern mit seinen Ausläufern, den Hörnern, dagegen fast zu gleichen Theilen aus Nervenröhren und Nervenzellen gebildet wird.

Die weisse Substanz des Rückenmarks kann für die Beschreibung am passendsten in hergebrachter Weise in zwei Hälften und jede derselben in drei Stränge getheilt werden. Die Vorderstränge, *Funiculi anteriores*, werden nach innen durch die in der ganzen Länge des Markes sich erstreckende *Fissura anterior*, in welche ein gefässreicher Fortsatz der *Pia mater* sich einsenkt, fast ganz von einander getrennt, hängen jedoch im Grunde der Spalte durch die vordere oder weisse Commissur (*Com. alba*) unter sich zusammen; nach aussen reichen sie bis zur Austrittsstelle der vorderen Wurzeln oder bis zum *Sulcus lateralis anterior*, hängen jedoch hier unzertrennlich mit den Seitensträngen, *Funiculi laterales*, zusammen, welche ihrerseits an der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln, wo der *Sulcus lateralis posterior* liegt, wiederum ohne Grenze in die hinteren Stränge übergehen. Diese, *Funiculi posteriores*, stossen zwar in der hinteren Mittellinie scheinbar zusammen, indem die von Manchen angenommene hintere Längsspalte, mit Ausnahme der Lendenanschwellung und der oberen Cervicalgegend, beim Menschen

nicht existirt, sind aber doch in der ganzen Ausdehnung des Markes durch sehr zahlreiche, in der hinteren Mittellinie bis zum grauen Kern eindringende Gefässe so von einander getrennt, dass ihre Elemente an den meisten Orten einander nicht einmal berühren, und wo dies noch der Fall ist, nur juxtaponirt sind und durchaus nie in einander übergehen. Es stellt mithin die weisse Substanz des Markes zwei nur durch die vordere weisse Commissur vereinte Hälften dar, von denen jede mehr künstlich in drei Stränge zerfällt, welche die zwischen den Hervorragungen der grauen Substanz befindlichen Vertiefungen ausfüllen.

Die graue Substanz besitzt einen mittleren Theil von mehr bandartiger Gestalt und vier seitlich von demselben ausgehende Blätter, so dass der Querschnitt derselben ein Kreuz bildet. Der mittlere Theil oder die graue Commissur, *Com. grisea*, enthält beim Erwachsenen normal nie einen Kanal, wie er beim Fötus sich findet, und besteht aus einem centralen, vorzüglich von Nervenzellen gebildeten cylindrischen oder abgeplatteten Streifen von leicht gelblicher Farbe, dem grauen Kern, *Subst. grisea centralis*, und aus querverlaufenden, vor und hinter dem Kerne vorbeiziehenden Nervenfasern, den grauen oder hinteren Commissuren, *Commissurae posteriores s. griseae*. Von den Blättern, auf dem Querschnitte auch Hörner genannt, sind die vorderen kürzeren und dickeren, *Laminae griseae anteriores*, *Cornua anteriora*, gleichmässig grau aus grösseren und kleineren Nervenzellen und zarteren und mittelfeinen Nervenfasern gebildet, die hinteren längeren und schlankeren, *Laminae posteriores, Cornua posteriora,* an ihrem Ursprunge so gebildet, wie die vorderen, nur meist mit kleineren Zellen, am freien Rande dagegen von einer helleren Schicht mit vorwiegenden kleineren Nervenzellen, der *Substantia gelatinosa Rolando*, bekleidet. Von den Wurzeln der Rückenmarksnerven dringen die vorderen zwischen den vorderen und seitlichen Strängen gerade auf die vorderen Hörner ein, und die hinteren verlieren sich zwischen den seitlichen und hinteren Strängen und durch die *Substantia gelatinosa* durchtretend in den hinteren Blättern.

Den feineren Bau des Rückenmarks anlangend, so sind in der weissen Substanz 1) horizontale und 2) longitudinale Fasern zu unterscheiden. Letztere sind an allen Stellen, mit Ausnahme der vorderen Commissur, einem guten Theile nach ganz unvermischt mit horizontalen Fasern und verlaufen überall, an der Oberfläche, wie in der Tiefe, alle einander parallel, ohne jemals sich untereinander zu verflechten oder feinere Bündel zu bilden. Dieselben nehmen von oben nach unten an Zahl ab, indem sie, wie später gezeigt werden soll, successive von innen her in die graue

Substanz eintreten und zeigen die allgemeinen Charactere der centralen Nervenröhren, d. h. Zartheit der Scheiden, Geneigtheit zur Bildung von Varicositäten und zum Zerfallen in einzelne Bruchstücke, die entweder aus allen ihren Theilen oder nur aus der Axenfaser oder aus der Markscheide bestehen. Ihr Durchmesser beträgt von 0,0012 — 0,0048‴, im Mittel 0,002 — 0,003‴ und ist bei einer und derselben Faser offenbar stets annähernd derselbe, indem in der weissen Substanz weder Theilungen, noch ein sonstiger Wechsel der Nervenröhren im Durchmesser sich findet. Die queren Fasern finden sich 1) in den Theilen der Seiten- und hinteren Stränge, die an die Hörner der grauen Substanz anstossen, deren Beschreibung unten bei der grauen Substanz folgt, 2) in der weissen Commissur und 3) an den Eintrittsstellen der Nervenwurzeln. Die weisse oder vordere Commissur (Tab. IV. Fig. 3. *k*) ist keine Commissur im gewöhnlichen Sinne des Wortes. Dieselbe wird von den jeweiligen tiefsten Nervenfasern der vorderen Stränge gebildet, welche, indem sie in schiefem Verlaufe nach innen sich biegen, vor der grauen Commissur sich durchkreuzen und das vom rechten Vorderstrange kommende Bündel in das linke vordere Horn der grauen Substanz, das vom linken abstammende in das rechte Vorderhorn horizontal ausstrahlen. Die vordere Commissur ist mithin eine Kreuzung der Vorderstränge und wird auch besser mit diesem Namen bezeichnet. Ihre Dicke varirt und ebenso wechselt auch ihre Breite; am stärksten ist sie in der Gegend der zwei Anschwellungen, am schwächsten in der Mitte der Dorsalgegend des Markes. Die Breite richtet sich so ziemlich nach der Breite des Markes und des Grundes der vorderen Spalte, ist am stärksten an der Halsanschwellung und nimmt von hier nach beiden zwei Seiten ziemlich gleichmässig ab. Die sich kreuzenden Fasern messen 0,0012 — 0,003‴ und nehmen beim Ausstrahlen in die vorderen Hörner zum Theil deutlich an Durchmesser ab.

Die Wurzeln der Spinalnerven (Tab. III. Fig. 3. *g. w.*) setzen, ohne mit den longitudinalen Fasern in irgend eine Gemeinschaft zu treten, in grösseren Bündeln vom *Sulcus lateralis anterior* und *posterior* aus horizontal oder leicht aufsteigend zwischen denselben hindurch, um Alle in die vorderen und hinteren grauen Blätter sich einzusenken, wo wir denselben wieder begegnen werden. Ihre Nervenröhren (in den hinteren Wurzeln zu $^2/_3$ von 0,004 — 0,008‴, zu $^1/_3$ von 0,0012—0,003‴, in den vorderen zu $^3/_4$ von 0,006—0,011‴, zu $^1/_4$ von 0,0025—0,003‴) besitzen, sowie sie ins Mark eingetreten sind, alle Charactere centraler Fasern und messen die stärkeren anfänglich noch zum Theil 0,004 bis 0,006‴ in den sensiblen, bis zu 0,008‴ in den motorischen Wurzeln,

verschmälern sich aber nachweisbar immer mehr, um schliesslich die Ersteren mit kaum mehr als 0,0012 — 0,0028‴ Durchmesser, die Letzteren ebenfalls die meisten nicht stärker als 0,004‴ (einzelne mit 0,006‴) in die graue Substanz zu treten.

In der grauen Substanz verdienen die Nervenzellen und die Nervenröhren einer besonderen Berücksichtigung. Die Ersteren kommen in sehr verschiedenen Formen vor, stimmen jedoch Alle darin überein, dass sie ohne Ausnahme und zwar meist mehrfache Ausläufer besitzen, welche schliesslich durch Verästelung in ganz feine, blasse Fäserchen wie die feinsten Axenfasern auslaufen. Ich unterscheide 1) die Zellen der *Substantia grisea centralis.* Dieselben (Fig. 125,) sind immer blass und fein granulirt, seltener mit einzelnen dunkleren Fettkörnchen, rundlich, birnförmig, spindelförmig, drei-, vier- und vieleckig von Gestalt und von 0,004, 0,006—0,008‴ Grösse. Was dieselben besonders auszeichnet, sind die Kerne und Fortsätze. Die Ersteren sind zwar alle wie gewöhnlich bläschenartig, mit hellem Inhalt und deutlichem, jedoch kleinem Nucleolus, besitzen jedoch in den spindelförmigen Zellen eine mehr gestreckte Gestalt und kommen in wohl einem Drittheil der Zellen in mehrfacher Zahl vor. Am häufigsten sind 2 Kerne, aber auch 2 — 4, ja selbst 5 — 6 lassen sich hie und da, obschon die Letzteren sehr selten, nachweisen. Eine Vergleichung der verschiedenen Formen lehrt unzweifelhaft, dass diese mehrfachen Kerne von einer Vermehrung der ursprünglichen einfachen Nuclei herrühren, denn die Beobachtung zeigt häufig grössere längliche einfache Kerne mit einer Scheidewand und zwei Nucleolis und ebenso auch nicht selten zwei halbmondförmige, mit platten Flächen aneinanderliegende getrennte Kerne. Von einer Vermehrung der Zellen selbst habe ich nichts gesehen, doch will ich noch darauf aufmerksam machen, dass den beschriebenen Zellen ziemlich ähnliche Gebilde auch in den Spinal-

Fig. 125.

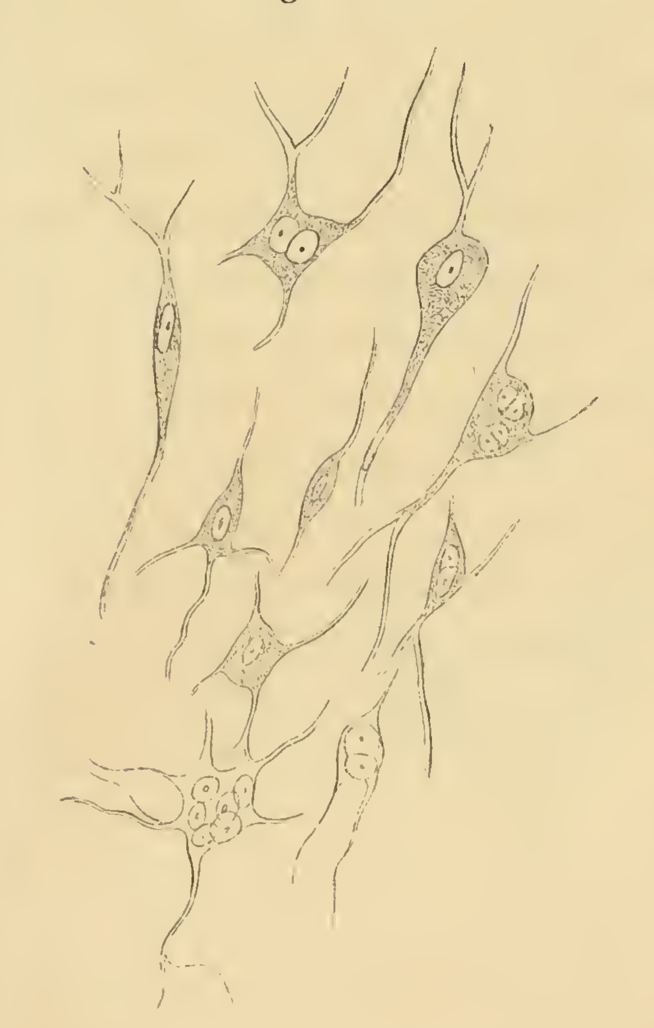


Fig. 125. Zellen aus dem grauen centralen Kern des Markes vom Menschen, 350 mal vergr.

ganglien des menschlichen Fötus sich finden. Alle diese Zellen nun besitzen zwei oder, und dies ist das Gewöhnliche, 3, 4—6 blasse Ausläufer, die, auch die stärksten von 0,001''' Durchmesser, zum Theil unter mehrfacher Verästelung schliesslich in ganz feine Fäserchen von 0,0002 bis 0,0004''' mit unregelmässig gebogenem Verlaufe ausgehen, jedoch nirgends bis zu wirklichen Enden oder Nervenfasern sich verfolgen lassen. Diese Zellen, sammt den von ihnen ausstrahlenden blassen marklosen Nervenfasern, wie ich diese Fortsätze oben bezeichnete, bilden, wie es scheint, die Hauptmasse des centralen grauen Kernes, doch finden sich in demselben auch noch dunkle ächte Nervenröhren, jedoch nahezu von den allerfeinsten, die man kaum mehr als solche erkennt und zwar sehr spärlich und ganz vereinzelt; ferner ziemlich viele ganz feine blasse Fäserchen, wie die Ausläufer der Zellen, nur gestreckter, mit transversalem und longitudinalem Verlauf, von denen sich nicht mehr sagen lässt, ob sie Nervenröhren sind oder zu den Fortsätzen der Zellen gehören. Die gesammte graue Kernmasse ist in der Lendenanschwellung am stärksten auf Querschnitten birn-, schild- oder herzförmig von Gestalt, nächst ihr folgt die Halsanschwellung und zuletzt erst der obere Hals- und der Rückentheil, in welchen letzteren Theilen der Querschnitt derselben eine liegende Ellipse am Halse mit sehr entwickeltem längerem Durchmesser darstellt. Dieselbe zeigt hie und da, besonders in der Lendengegend, eine Andeutung einer Zusammensetzung aus zwei Hälften, indem die Mitte etwas heller und die Seitentheile durch Fettkörnchenansammlungen in den Zellen dunkler erscheinen.

Fig. 126.

Mit den ebengeschilderten Zellen stimmen die der *Substantia gelatinosa* an der Spitze der hinteren Hörner in Manchem überein. Dieselben (Fig. 126.) messen 0,004 bis 0,008, selbst 0,012''', sind rundlich, birn- und spindelförmig, drei-, vier- und fünfeckig, weniger blass, sondern durch leicht gelbliche Körnchen dunkler und besitzen ebenfalls Alle blasse zarte Fortsätze, die sich verästeln und schliesslich sehr fein auslaufen. Die Fortsätze sind jedoch spärlicher, 2, 3, auch wohl nur 1 an Zahl, kaum je mehr als 4 und die 0,003—0,005''' messenden Kerne immer nur einfach. In Bezug auf die Zahl stehen diese Zellen denen des grauen centralen Kernes bedeutend nach, indem neben ihnen

Fig. 126. Zellen aus der *Substantia gelatinosa* der hinteren Hörner des Markes vom Menschen, 350mal vergr.

noch die durchtretenden Faserbündel der hinteren Wurzeln und viele andere ächte Nervenfasern (siehe unten) in der *Subst. gelatinosa* vorkommen und die Zellen mehr nur in den Zwischenräumen derselben, namentlich der Wurzelfasern sich befinden.

Durch die übrigen Theile der grauen Substanz kommt schliesslich eine dritte Varietät von Nervenzellen vor, welche in ihren entwickeltesten Formen sehr ausgezeichnet ist, aber doch durch mannigfache Uebergänge an die Zellen der *Subst. gelatinosa* sich anschliesst. Jene ersteren sind nichts anderes als die bekannten grossen, vielstrahligen Zellen, welche *J. Müller* bei den Myxinoiden, *Remak* bei den Säugethieren zuerst beschrieben haben. Dieselben sitzen vorzüglich an der Spitze der vorderen Hörner, eine innere und äussere Gruppe bildend (Tab. III. Fig. 3. *n. v.*), kommen aber auch in den übrigen Theilen der vorderen Hörner und, wie ich mit *Todd* und *Bowman* behaupten muss, obschon weniger zahlreich, auch in den hintern Hörnern, dagegen nie in der *Substantia gelatinosa* und in der grauen Commissur vor. Diejenigen unter ihnen, die an den Spitzen der vorderen Hörner sitzen (Fig. 127.), sind so zu sagen immer mehr oder weniger, oft ganz

Fig. 127.

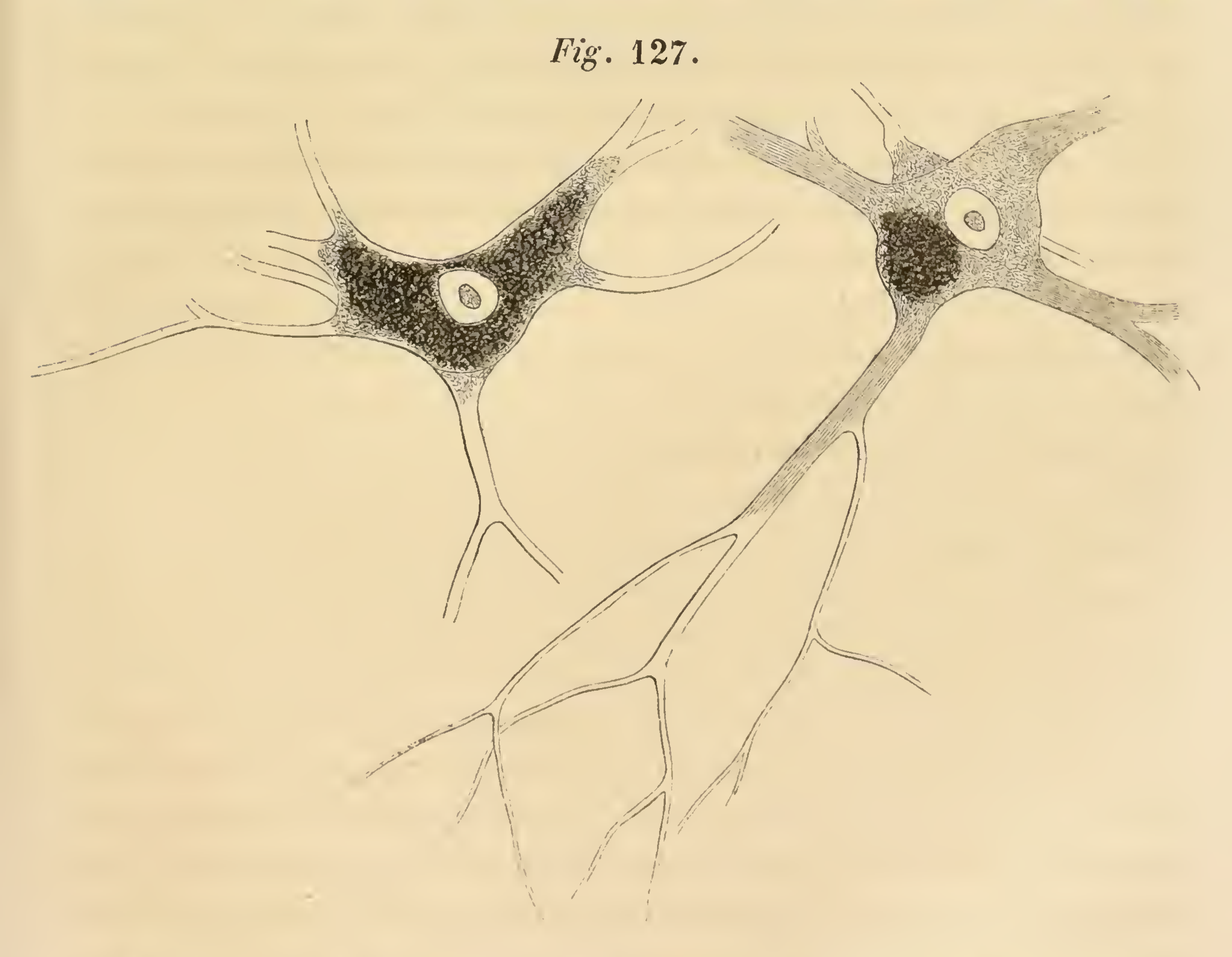


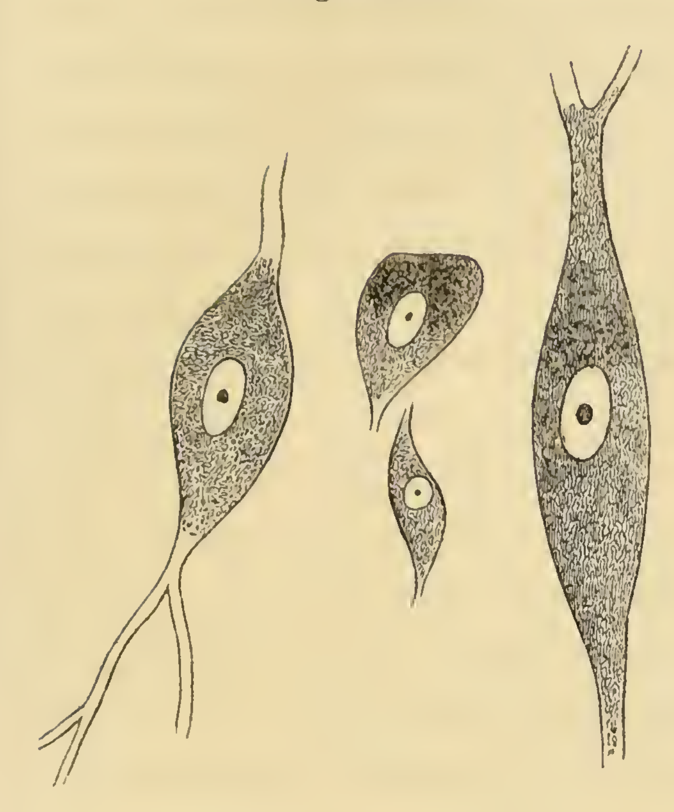
Fig. 127. Grosse Nervenzellen mit Fortsätzen aus den vorderen Hörnern des Rückenmarkes des Menschen, 350 mal vergr.

und gar mit braungelben oder braunen Körnern von 0,0004—0,0008‴ erfüllt und lassen sich desshalb an comprimirten feinen Schnitten von erhärtetem Mark in ihrer Verbreitung und Lagerung äusserst leicht erkennen; anders die der Basis der vorderen und der hinteren Hörner, die meist blass sind, so dass man sie nur bei einer feinen Präparation und starken Vergrösserungen erkennt und desshalb schwieriger in allen ihren Verhältnissen verfolgt. Doch gibt es auch Fälle genug, wo dieselben ebenfalls gefärbt sind und da ist denn ihr Studium ebenfalls sehr leicht. In solchen Fällen nimmt man wahr, dass dieselben nie so zahlreich sind, wie in den Spitzen der vorderen Hörner, und bald mehr gleichmässig zerstreut, bald hie und da gehäuft stehen, wie namentlich an der inneren Seite der Basis der hinteren Hörner. Alle diese Zellen (Fig. 127.) sind 0,03—0,06‴ gross, spindelförmig oder vieleckig und mit 2—9 und noch mehr Ausläufern versehen. Ihr Inneres ist granulirt, wie erwähnt häufig mit Pigmentkörnchen, die seltener die Zellen ganz erfüllen, sondern meist in der Nähe des einfachen, 0,005—0,008‴ grossen, bläschenartigen Kernes mit grösserem Nucleolus (von 0,002—0,0025‴) einseitig stärker angehäuft sind. Die Fortsätze, an ihrem Ursprunge oft 0,004—0,005‴ dick, bestehen offenbar aus denselben Elementen, wie die Zellen selbst, nämlich einer zarten Hülle und einem zähen elastischen Inhalte und sind anfänglich fein granulirt oder schwachstreifig. Im weiteren Verlaufe, der bis auf 0,1—0,24‴ verfolgt werden kann, werden sie mehr homogen, und ramificiren sich aufs vielfältigste mit spitz- oder stumpfwinkligen Bifurcationen so, dass schliesslich nahezu ebenso feine Fäserchen, wie bei den Zellen des grauen centralen Kernes, von kaum mehr als 0,0004‴ entstehen. Alle diese Ramificationen liegen in der grauen Substanz drin, doch kommt es allerdings an den vorderen Hörnern auch vor, dass einzelne der grossen Zellen theilweise oder selbst ganz in die innersten Theile der weissen Substanz eingebettet sind, in welchem Falle dann natürlich auch ihre Ausläufer theilweise durch deren Fasern hindurchziehen.

Ausser diesen grossen, meist vielstrahligen Zellen, welche durch das ganze Rückenmark verbreitet sind und wenigstens in den vorderen Hörnern in ihrer Zahl der Masse derselben entsprechen, kommen nun durch die ganzen vorderen und hinteren Hörner, mit Ausnahme der *Substantia gelatinosa*, noch sehr zahlreich, jedoch nicht in gesonderten Massen, sondern vereinzelt oder höchstens zu zweien oder dreien beisammen zwischen den Nervenröhren dieser Theile noch kleinere Zellen vor, die eine vollständige Reihe zwischen den grossen Zellen und denen der *Subst. gelatinosa* bilden und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen. Dieselben (Fig. 128.) messen von 0,004—0,03‴, meist 0,01



Fig. 128.



bis 0,02''', haben immer nur einen Kern, seltenere und spärlichere Pigmentkörner und meist nur 2 bis 3 Fortsätze, die gerade ebenso sich verästeln, wie bei den andern Zellen und ebensowenig bis zu wirklichen Enden oder einem Uebergang in Nervenfasern sich verfolgen lassen.

Die Nervenröhren der grauen Substanz sind äusserst zahlreich, so dass sie auf jeden Fall die Hälfte derselben, wo nicht mehr ausmachen, und verhalten sich in Bezug auf ihren Bau Alle im Wesentlichen, wie die der Marksubstanz, nur dass sie durchschnittlich um die Hälfte und mehr dünner sind; doch finden sich auch ebenso breite Fasern, wie in der weissen Substanz und in den eintretenden Nervenwurzeln, namentlich in den vorderen Hörnern, jedoch mehr vereinzelt und vorzüglich gegen die vorderen Wurzeln hin. Ganz blasse, kaum mehr markhaltig oder dunkelrandig zu nennende, doch noch Varicositäten zeigende evidente feinste Nervenröhren, wie wir sie im Gehirne finden werden, sah ich im Marke an keiner Stelle, obschon auch hier sehr feine Fasern, doch kaum unter 0,0008''', vorkommen.

Die Untersuchung des Verlaufes der Nervenfasern in der grauen Substanz ist eine der schwierigsten Aufgaben der Mikroskopie. Ich habe viele Zeit an die Erforschung des menschlichen Rückenmarkes gewendet und wenn ich auch weit davon entfernt bin, zu einer vollkommenen Einsicht gelangt zu sein, so habe ich doch über manche wichtige Fragen bestimmte Aufschlüsse erhalten, wie im Folgenden auseinandergesetzt werden soll. Betrachten wir vor Allem die Wurzeln der peripherischen Nerven (Tab. IV. Fig. 3, Fig. 129.), so zeigt sich 1) dass die motorischen unter denselben, nachdem sie im *Sulcus lateralis anterior* und in den angrenzenden Theilen der Vorder- und Seitenstränge eingetreten und horizontal die longitudinalen Fasern der weissen Substanz durchsetzt haben, in der grauen Substanz der Vorderhörner vorzüglich nach zwei Richtungen weiter ziehen. Die einen und zwar beson-

Fig. 128. Kleinere Zellen aus den Hörnern des Markes, 360 mal vergr.

ders die am weitesten nach innen eingetretenen Bündel (Taf. IV. Fig. 3. *h*), gehen, ohne Geflechte zu bilden oder in erheblicherer Weise in untergeordnete Fascikel sich zu sondern, in den innersten Theilen der Vorderhörner, an die Vorderstränge angrenzend, gerade rückwärts und etwas nach innen. Hierbei treten sie durch die innere Gruppe der vielstrahligen grossen Nervenzellen hindurch, jedoch als ganz compacte Bündel und ohne mit den Fortsätzen der Zellen irgendwie zusammenzuhängen, wie dies bei stärkeren Vergrösserungen sehr leicht sich ergibt, welche die einzelnen Nervenfasern durch diese Zellen hindurch zu verfolgen erlauben. Geht man nun diesen von den vorderen Wurzeln abstammenden Bündeln weiter nach, so ergibt sich an günstigen Schnitten, wie es schon *E. Weber* (l. c. pg. 21) vermuthete, aber nicht wirklich sah, dass dieselben, immer in den Vorderhörnern verlaufend, bis zu den Seitentheilen der vorderen Commissur sich erstrecken und schliesslich unter einem stärkeren oder schwächeren Bogen continuirlich in die Fasern derselben sich fortsetzen und zwar so, dass die Wurzelfasern der rechten Seite in die linken Vorderstränge, die der linken Seite in die rechten übergehen. Es ist mithin nicht etwa ein Zusammenhang der motorischen Wurzelfasern der beiden Seiten, der sich hier darbietet, wie *E. Weber* zu vermuthen scheint, noch auch eine Kreuzung derselben in der Weise, dass die Fasern nach der Kreuzung in der grauen Substanz sich verlieren, sondern es findet in der weissen Commissur ein Zusammenhang der longitudinalen Fasern der Vorderstränge und eines Theiles der motorischen Wurzeln, verbunden mit einer totalen Durchkreuzung statt. Ob ausser diesen sich kreuzenden, die motorischen Wurzeln und Vorderstränge verbindenden Fasern noch andere Nervenröhren in der weissen Commissur existiren, ist schwer zu entscheiden. Auf Querschnitten sieht man hie und da einzelne kleinere Fasermassen, statt den Weg nach den vorderen Wurzeln einzuschlagen, in mehr querer Richtung nach aussen in die Basis der vorderen Hörner treten, und in ihrem weiteren Verlauf dem Blicke sich entziehen; andere Male gelingt es, solche Röhren fast rechtwinklig umbiegen und den vorderen Wurzeln sich anschliessen zu sehen, so dass es nahe liegt zu vermuthen, es geschehe dies in der That bei Allen diesen Fasern und entziehe sich die Continuität derselben nur desswegen oft der Beobachtung, weil dieselben mehr isolirt oder nicht ganz horizontal verlaufen.

Wenn *E. Weber* (l. c.) vermuthet, dass alle Fasern der motorischen Wurzeln mit der weissen Commissur in Verbindung stehen, so ist dies nicht richtig. Ein bedeutender Theil derselben nimmt an der beschriebenen Kreuzung keinen Antheil und steht mit den vorderen Bündeln

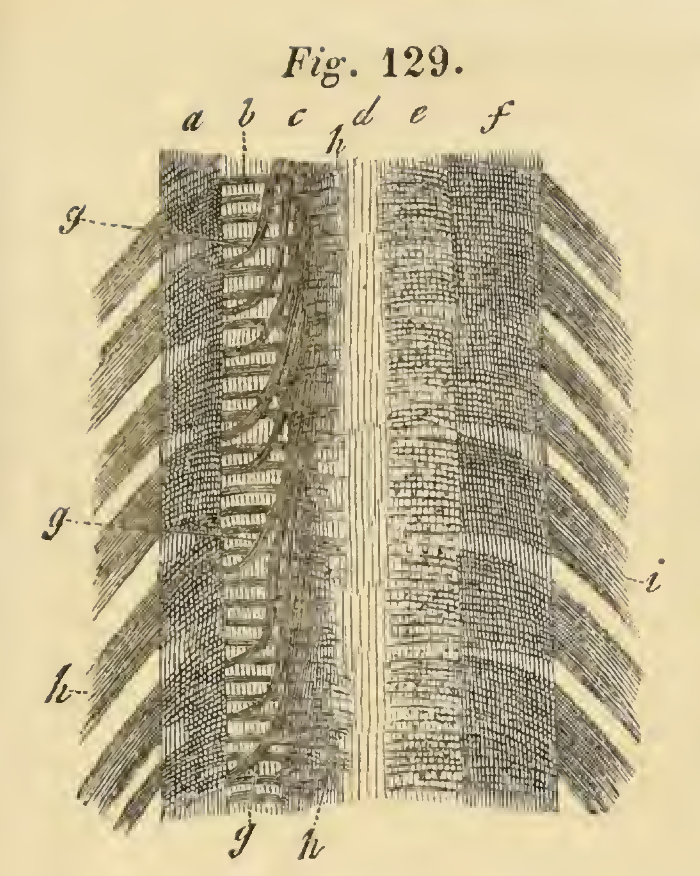
nicht im mindesten Zusammenhang. Es sind dies mehr die äusseren der in die Vorderhörner eintretenden Wurzelfasern, deren Verhalten zwar schwieriger, doch mit einigem Aufwand von Zeit und Geduld ebenfalls sich erkennen lässt. Dieselben (Taf. IV. Fig. 3. *i*) verlaufen, meist in kleinere Bündel oder selbst einzelne Fasern aufgelöst und daher weniger leicht zu bemerken, zum Theil gerade rückwärts, zum Theil bogenförmig nach aussen, wenden sich aber schliesslich nach der vorderen Hälfte der Seitenstränge zu, wo sie durch die äussere Gruppe der grossen vielstrahligen Zellen der Vorderhörner hindurchsetzen und dann in den Seitensträngen sich verlieren. Auch hier kann ich nach Allem, was ich sah, keinen directen Zusammenhang zwischen den Zellen und Fasern statuiren, denn man sieht häufig genug ganze Bündel und einzelne Fasern in ihrem ganzen Verlaufe durch die Zellen bis zum Eintritte in die Seitenstränge. Der Letztere ist nicht in allen Schnitten und überhaupt nicht leicht zu sehen, weil die Fasern mehr vereinzelt, seltener in kleineren Bündeln zwischen die longitudinalen Fasern eingehen, doch sind die Verhältnisse bei stärkeren Vergrösserungen an horizontalen Segmenten ganz klar und ebenso auf senkrechten, quer durch ein Vorderhorn geführten Schnitten, an welchen letzteren man zwar nicht den Zusammenhang der fraglichen Fasern mit den vorderen Wurzeln, wohl aber ihre Verbindung mit den Seitensträngen erkennt. Diese queren Fasern nun dringen verschieden weit (bis nahe an die Hälfte oder selbst über dieselbe hinaus) in die Seitenstränge hinein, biegen sich dann nach oben um und laufen als longitudinale Fasern derselben weiter. Es entspringt mithin, um es anders auszudrücken, ein zweiter Theil der motorischen Wurzeln aus der vorderen Hälfte der Seitenstränge derselben Seite und verlässt das Mark, ohne eine Kreuzung eingegangen zu sein. — Ob ausserdem noch andere Quellen für die vorderen Wurzeln existiren, ist mikroskopisch nicht zu entscheiden, da begreiflicher Weise auch nicht von ferne daran zu denken ist, Alle Fasern der vorderen Wurzeln zu verfolgen. Ich kann nur so viel sagen, einmal dass die zwei beschriebenen Ursprungsquellen der motorischen Wurzeln so reichlich sind, dass man mit Fug und Recht die grosse Mehrzahl der Fasern derselben von ihnen ableiten kann und zweitens, dass sich keine bestimmte Thatsache entdecken liess, die auf eine andere Entstehung derselben hingedeutet hätte.

Noch verdient Berücksichtigung, dass die Fasern, welche aus den vorderen und Seitensträngen in die motorischen Wurzeln übergehen, während ihres Verlaufes die meisten (vielleicht Alle) namhafte Aenderungen ihres Durchmessers erleiden. Diejenigen der Vorderstränge messen,

wie oben angeführt wurde, anfänglich im Mittel 0,002—0,004''', in der vorderen Commissur kaum über 0,003''' und in der grauen Substanz kaum mehr als 0,002''' und eben so verhält es sich auch mit denen der Seitenstränge, die jedoch schon innerhalb dieser selbst, wo sie horizontal verlaufen, kaum über 0,002''' messen. Auf diese Verschmälerung folgt aber zum Theil schon innerhalb der grauen Substanz, zum Theil da, wo die Wurzelbündel dieselbe verlassen, eine neue Dickenzunahme, welche schon oben durch Zahlen belegt wurde, so dass mithin, wenn wir von den peripherischen Nerven ausgehen, dieselben beim Eintritte ins Mark bis in die graue Substanz immer mehr sich verschmälern und beim Anschlusse an die longitudinalen Elemente der weissen Substanz wieder zunehmen, jedoch so, dass sie ihren anfänglichen Durchmesser bei weitem nicht erreichen. Von Theilungen sah ich an den Fasern der vorderen Wurzeln in den Vorderhörnern so wenig als sonst wo im Marke eine bestimmte Andeutung.

Die hinteren Nervenwurzeln treten, wie schon erwähnt, gleich den vorderen ebenfalls horizontal oder leicht schief aufsteigend vom *Sulcus lateralis posterior* aus durch die longitudinalen Fasern der weissen Substanz bis zu den hinteren Hörnern. Hier lösen sie sich in einzelne schwächere und stärkere Bündel (von 0,01—0,02''') auf (Taf. IV. Fig. 3. *s*. Fig. 129. *b*) und setzen, jedes für sich, geraden Weges und ohne mit Nervenzellen irgendwelche directe Verbindung einzugehen, durch die *Substantia gelatinosa* hindurch in die *Substantia spongiosa* hinein. In dieser verfolgen sie zwei Wege. Der eine Theil derselben biegt sich gleich bogenförmig oder nahezu unter einem rechten Winkel aufwärts, verläuft im hintersten Theile der *Substantia spongiosa* dicht vor der *Substantia gelatinosa* der Länge nach weiter und schliesst sich allmälig, vorzüglich an die Hinterstränge, zum Theil auch an die hinteren Partien der Seitenstränge an, um als longitudinale Fasern derselben weiter zu ziehen (Taf. IV. Fig. 3. *r*. Fig. 129. *g*). Ein zweiter Theil der sensiblen Wurzeln (Taf. IV. Fig. 3. *t*. Fig. 129) dringt immer fascikelweise zwischen den erwähnten longitudinalen Bündeln weiter nach vorn und verliert sich schliesslich in den hinteren und in den seitlichen Strängen und geht auch in die grauen Commissuren ein. Die ersteren Fasern sind auf horizontalen Schnitten häufig sehr deutlich, namentlich die in die Hinterstränge abgehenden (Taf. IV. Fig. 3. *p q*). Am schönsten sah ich dieselben am unteren Ende des Markes unter der Lendenanschwellung, wo dieselben gegen den *Conus medullaris* hin, bis in die Nähe des grauen Centralkernes verliefen und dann erst in die Hinterstränge rückwärts sich bogen, ebenfalls schön an der Lendenanschwellung hier zwischen der *Substantia*

Fig. 129.



gelatinosa u. der hinteren Commissur. Auch die in die Seitenstränge abgehenden horizontalen Wurzelfasern sind oft ausnehmend deutlich, doch scheinen sie an Zahl den in die Hinterstränge tretenden bedeutend nachzustehen. Der Zusammenhang der grauen Commissuren mit einem Theil der sensiblen Wurzelfasern ist bei der hinteren nicht schwer zu sehen, deren Fasern, zum Theil wenigstens, längs der hinteren Stränge rückwärtslaufend, direct in die Bündel der *Substantia gelatinosa* sich fortsetzen. Auch bei der vorderen grauen Commissur habe ich, wenn auch nicht einen directen Zusammenhang mit den sensiblen Wurzeln, doch Fasern gesehen, die horizontal in der Richtung gegen die Spitzen der hinteren Hörner in dieselben hineinliefen. Die Commissurenfasern stehen übrigens nicht blos mit den sensiblen Wurzeln, sondern auch, und zwar ganz evident, mit den Hintersträngen und minder deutlich mit den Seitensträngen in Zusammenhang, aus deren vorderen an die Basis der Hinterhörner angrenzenden Theilen bogenförmig verlaufende Bündel in die Commissuren übergehen und mit den andern Commissurenfasern sich mischen (Taf. IV. Fig. 3, *o* u. *l*). Wahrscheinlich gehen dieselben auf der entgegengesetzten Seite in die mit den hinteren Wurzeln zusammenhängenden Commissurenfasern über, in welchem Falle, ähnlich der vorderen Hälfte des Markes, auch eine Faserkreuzung in der hinteren Commissur sich fände. Dem Bemerkten zufolge beziehen die sensiblen Wurzeln ihre Fasern vorzüglich aus den Hintersträngen und Seitensträngen (der hinteren Hälfte) ihrer Seite und wahrscheinlich auch durch die grauen Commissuren von den beiden genannten Strängen der anderen Seite. Ob ausser diesen noch andere, auf jeden Fall geringere Quellen für diese Wurzeln sich finden, bleibt unausgemacht, doch muss

Fig. 129. Senkrechter Durchschnitt durch das Mark mitten durch die grauen Hörner und die Eintrittsstellen der Wurzeln, circa 25 mal vergr. *a.* Hintere Stränge von den sensiblen Wurzeln *h* quer durchsetzt. *b. Substantia gelatinosa. c.* Fortsetzungen der hinteren Wurzeln, die vor der *Substantia gelatinosa* sich umbiegen und longitudinal verlaufen, um sich dann namentlich an die Hinterstränge anzuschliessen. *d.* Basis der hinteren Hörner mit den (weil durchschnittenen) scheinbaren Enden des horizontal verlaufenden Theiles der sensiblen Wurzeln. *e.* Vorderes Horn mit den grossen Nervenzellen (die Puncte) und den ebenfalls horizontal verlaufenden und abgeschnittenen Fortsetzungen der motorischen Wurzeln. *f.* Vorderstränge mit durchsetzenden motorischen Wurzeln *i.*

ich auch hier bemerken, dass mir keine mit Sicherheit auf etwas der Art deutende Thatsache aufgestossen ist.

Auch die Fasern der sensiblen Wurzeln verschmälern sich während ihres Verlaufes durch die graue Substanz der hinteren Hörner. In den Wurzeln selbst messen dieselben zum Theil noch bis 0,008‴, in der *Substantia gelatinosa* nie über 0,004‴, in der *Substantia spongiosa* 0,001—0,003‴, in den grauen Commissuren nur 0,0008—0,0012‴, in den Hinter- und Seitensträngen wieder 0,0012—0,004‴, wobei jedoch zu bemerken, dass hier die Zunahme bei den horizontal in diese Stränge eindringenden Röhren anfänglich noch nicht zu bemerken ist, wie namentlich senkrechte Schnitte in der Richtung von innen nach aussen durch die hinteren Hörner lehren. Der Wechsel im Durchmesser ist auch hier an vielen Fasern, z. B. beim Eintritte der Wurzeln in die gelatinöse Substanz direct zu beobachten.

Bisher war nur von denjenigen Fasern der grauen Substanz die Rede, welche mit den sensiblen und motorischen Wurzeln zusammenhängen, nun ist aber noch die wichtige Frage zu beantworten, ob nicht auch noch andere Fasern in derselben sich finden. Ich kenne keine Thatsache, welche das Vorkommen von solchen oder von eigentlichen Markfasern, wie man sie nennen könnte, mit Evidenz darthäte, glaube aber doch Einiges angeben zu können, was deren Existenz wahrscheinlich macht. Schon bei einer oberflächlichen Vergleichung zeigt sich, dass in der grauen Substanz offenbar eine solche Menge von Nervenröhren vorkommen, dass es sehr gewagt erscheint, dieselben alle von den Wurzeln abzuleiten, und bei Durchmusterung aller Gegenden derselben findet man, dass viele Fasern durch Lage und Verlauf so eigenthümlich sind, dass sie unmöglich auf die Wurzelfasern zurückgeführt werden können. So finde ich in der *Substantia gelatinosa*, abgesehen von den Nervenzellen und durchtretenden hinteren Wurzeln noch eine grosse Menge sehr feiner ächter Nervenröhren von 0,001‴, welche vorzüglich longitudinal verlaufen und in keinerlei Beziehung zu den Hinter- und Seitensträngen stehen. Aehnliche Röhren enthalten auch die vorderen Hörner und die Stellen, wo beide Hörner aneinanderstossen, welche, da sie nach allen Richtungen geflechtartig durcheinander ziehen und auch an den Stellen sich zeigen, wo die Wurzelfasern bündelweise eintreten, ebenfalls für etwas Besonderes gehalten werden müssen. Da alle diese Fasern weder auf die Wurzeln sich zurückführen lassen, noch mit den Strängen der weissen Substanz irgend eine Verbindung eingehen, so bleibt doch wohl nichts anderes übrig, als sie für besondere Markfasern zu halten, über

deren Ursprung und Ende freilich die Untersuchung noch gar nichts ergeben hat.

Das *Filum terminale* enthält, soweit dasselbe noch hohl ist, als Fortsetzung der grauen Substanz des Markes, eine graue weiche Masse, die vorzüglich aus runden, 0,005—0,006‴ grossen, kernhaltigen, blassen Zellen wie Nervenzellen besteht. Ausserdem finden sich im oberen Theile desselben zwischen den Zellen noch wirkliche dunkelrandige Nervenröhren von verschiedenen, meist geringen Durchmessern, ferner zahlreiche feine, blasse Fasern, deren Bedeutung mir nicht klar geworden, nämlich ob sie Fortsätze von Zellen oder von den allerfeinsten Nervenfasern sind. *Remak* (*Observ.* pg. 18) vermuthet, dass bei Säugethieren die wirklichen Nervenfasern des *Filum* alle in seitliche Aeste desselben abgehen, die von ihm an demselben wahrgenommen wurden.

Ueber die hintere Spalte des Rückenmarkes ist auch *Eigenbrodt* zu vergleichen (pg. 14 und 15), der, obschon er eine solche annimmt, was mir mit *Arnold* nicht begründet scheint, doch factisch dasselbe sagt, was ich. — Was *Stilling* beim Menschen als *Canalis spinalis* zeichnet und beschreibt, ist kein Kanal, sondern meine *Substantia grisea centralis*, die bei kleinen Vergrösserungen als ein heller Fleck erscheint und übrigens schon *Remak* bekannt war, der sie (*Observat.* pg. 12), jedoch nicht ganz richtig, mit der *Substantia gelatinosa* der hinteren Hörner zusammenhängen lässt und daher als *Comm. gelatinosa* beschreibt. — Eine *Commissura alba posterior*, die *Meckel* (*Anat.* III. pg. 440), *Krause*, *Remak* erwähnen, finde ich so wenig wie *Eigenbrodt*. Es ist unter derselben offenbar die hintere graue Commissur verstanden, die allerdings rein aus Nervenröhren besteht, jedoch eine graue Farbe besitzt, wie die ähnlich beschaffene vordere, welche beide zusammen auch einfach als graue Commissur mit einem eingeschlossenen grauen Kern beschrieben werden können. — Dass die *Commissura alba* auf einer Kreuzung der Vorderstränge beruht, sieht man schon von Auge am erhärteten Rückenmarke, wenn man vorsichtig vom Grunde der vorderen Spalte aus einbricht, wie denn auch schon mehrere Anatomen, *Sömmering*, *Cuvier*, *Krause*, für eine solche sich ausgesprochen, doch gebührt *Eigenbrodt* das Verdienst, die Sache durch mikroskopische Untersuchungen in richtiger Weise festgesetzt zu haben.

Für die Erforschung des Faserverlaufes im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere und für die feinere Anatomie dieses Organes überhaupt, ist bisher noch nicht viel geschehen, die kurzen Angaben von *Valentin*, *Remak* und *E. Weber*, und *Eigenbrodt's* schätzbare, jedoch fast nur auf die vordere Commissur sich beziehenden Bemerkungen abgerechnet. Die Arbeiten von *Stilling* und *Wallach* und von *Stilling* selbst über das Mark sind von verschiedenen Seiten her, sowohl in Bezug auf die Methode als auf die gewonnenen Resultate als sehr ungenügend bezeichnet worden. Ich muss in Bezug auf die letzteren wenigstens theilweise ebenso mich aussprechen, indem ich die Untersuchungen dieser Forscher

in Manchem nicht der Natur entsprechend und auch nicht tief genug eindringend fand, allein es schiene mir ungerecht, denselben hieraus einen grossen Vorwurf zu machen, da es sich hier um ein Gebiet handelt, das fast Niemand zu betreten gewagt. Was dagegen die Methode, nach der *Stilling* und *Wallach* untersuchten, anlangt, so halte ich dieselbe für die Einzige, bei welcher etwas auf diesem dunklen Felde gewonnen werden kann, nur muss man sich nicht des Alkohols zur Erhärtung des Markes bedienen, auch starke Vergrösserungen anwenden und die Compression mit Maass und Ziel gebrauchen. Ich habe meine Untersuchungen mit Hülfe der von *Hannover* mit Recht empfohlenen Chromsäure gemacht, an deren Stelle auch chromsaures Kali genommen werden kann. Es ist nicht leicht, das richtige Verhältniss der Säure zu treffen und das Mark, das vorher seiner *Dura mater* beraubt und an beliebigen Stellen mit einem scharfen Messer quer durchschnitten wird, durch und durch so zu erhärten, dass man leicht ganze feine Querschnitte von demselben entnehmen kann; ist die Lösung zu verdünnt, so bleibt dasselbe im Innern weich und fault, ist sie zu concentrirt, so wird dasselbe brüchig, spröde und lässt sich keine grösseren Segmente entnehmen. Ich habe leider versäumt, die bestwirkende Lösung nach Procenten zu bestimmen und kann nur so viel sagen, dass eine solche von weingelber Farbe am besten wirkte. An solchergestalt gut erhärteten Objecten lassen sich nun nach Belieben mit dem Rasirmesser oder einem anderen sehr scharfen Messer bei gehöriger Vorsicht, namentlich unter Vermeidung sägeförmiger Bewegungen feine, auch für die stärksten Vergrösserungen taugliche Segmente entnehmen und mit oder ohne Druck und Reagentien bei verschiedenen Vergrösserungen erforschen. Die graue Substanz wird durch die Chromsäure kaum verändert, ausser dass ihre Elemente leichter sich lösen, und ich habe die Nervenzellen derselben sammt ihren Fortsätzen und die Nervenfasern fast auf keine andere Weise schöner gesehen. Will man die Ersteren studiren, so zerzupft man die graue Substanz in Wasser, das nun nicht mehr alterirend einwirkt oder am besten in der Chromsäurelösung selbst, kommt es dagegen nur auf die Letzteren an, so ist das allerbeste verdünntes *caust. Natron* oder *Kali* zuzusetzen, welches alle Nervenzellen erblassen macht. Denen, welchen diese Mittel, sich so zarte Organe, wie das Mark, zurechtzulegen, zu gewaltsam dünken, bemerke ich 1) dass, wie schon *Hannover* angibt, Chromsäure die Nervenröhren, besonders der grauen Substanz, so wenig alterirt, dass dieselben die meisten nicht einmal varicös werden und dass 2) Natron, einem Chromsäurepräparat beigesetzt, auf die Röhren nur nach längerer Zeit und nur insofern einwirkt als es dieselben heller und ihren Markinhalt flüssig macht. Ich habe nirgends schönere Nervenröhren der grauen Substanz gesehen als an Chromsäurepräparaten und bin der Ansicht, dass von allen bekannten Mitteln dieses das beste ist, um dieselben zu studiren. Mit dem Druck muss man sehr vorsichtig verfahren. Ich benutzte ein Compressorium von *Nachet*, das ganz feine Deckgläschen und so auch die stärksten Vergrösserungen anzuwenden erlaubte; wollte ich bedeutenderen Druck zum Studium gröberer Verhältnisse, so reichten die gewöhnlichen Apparate aus, bei denen man jedoch bei kurzer Brennweite des Mikroskopes nur schwächere Vergrösserungen gebrauchen kann. Wendet man Druck an,

was fast immer nöthig ist, so muss man das Object Schritt für Schritt verfolgen, denn es ist allerdings richtig, wie *Volkmann* sagt (Artikel: „*Nervenphysiologie*" in *Wagner's Handw.* II, pg. 556), dass durch den Druck die Theile sehr aus ihrer Lage kommen, doch ist es auf der andern Seite auch leicht zu bemessen, was verändert ist oder nicht. Am wenigsten werden die Theile alterirt, wenn das Schnittchen überall gleich dünn ist und der Druck von allen Seiten einwirkt und ganz langsam verstärkt wird. Ich habe ganze Quersegmente des Markes vor mir gehabt, an denen so zu sagen kein Theil aus seiner relativen Lage gerückt war und die doch die Anwendung 350maliger Vergrösserung gestatteten. Noch bemerke ich, dass die für die erste Untersuchung günstigste Stelle des Markes die Lendenanschwellung ist. Hier ist das Mark nicht so dick, dass nicht ganze Segmente desselben zu erhalten wären, ferner die nur hindernde weisse Substanz dünn, die Wurzeln und Commissuren stark und leichter zu verfolgen.

Ueber die Ergebnisse meiner eigenen und fremder Beobachtungen noch einige Bemerkungen. Die eigenthümlichen Fasern der gelatinösen Substanz, die *Remak* (*Müll. Arch.* 1841, pg. 514) beschreibt, welche Kerne führen sollen, sind meiner Ansicht nach Fortsätze der hier befindlichen Nervenzellen. — Schon *Remak* hat nach dem Zusammenhang der vielstrahligen Zellen der grauen Substanz mit Nervenröhren gesucht, doch ohne Erfolg. Auch mir ist es nicht besser ergangen, obschon ich die Fortsätze häufig bis auf $1/10'''$ weit, ja selbst in günstigen Fällen auf fast $1/4'''$ von ihrer Zelle weg verfolgte. In der neuesten Zeit gibt *R. Wagner* (*Gött. Anz.* 1850, Nr. 43) an, dass Dr. *Leuckart* in der *Substantia ferruginea* des Menschen, deren vielstrahlige Nervenzellen mit denen des Markes in allem Wesentlichen übereinstimmen (siehe unten), mehrere Stellen fand, in denen ein Uebergang der Fortsätze in ächte Primitivfasern, sowie eine Verbindung einzelner Nervenzellen untereinander entschieden stattzufinden schien und dass er später auch selbst diess zu bestätigen Gelegenheit hatte, indem ein den Durchmesser einer Nervenzelle um das Vierfache an Länge übertreffender, von ihr ausgehender Fortsatz wirklich als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppelt contourirte Hirnfibrille eintrat. Wäre dem so, so dürfte man bei der grossen Aehnlichkeit der fraglichen Zellen mit den grossen vielstrahligen des Markes es für nicht unwahrscheinlich halten, dass auch bei diesen etwas Aehnliches sich findet, allein ich muss gestehen, dass *Wagner's* Angaben für mich nichts weniger als überzeugend sind. Erstens habe ich, so viel ich auch Nervenzellen mit Fortsätzen in den grossen Centralorganen des Menschen erforschte, immer und ohne Ausnahme gefunden, dass die Fortsätze derselben unter vielfacher Theilung und Verschmälerung schliesslich in ganz feine und blasse Fäden auslaufen und es kann daher meiner Meinung nach, wenn ein Uebergang dieser Fortsätze in Nervenröhren wirklich existirt, nur von einem solchen in die allerfeinsten blassen Röhren der grauen Substanz von weniger als $0{,}001'''$ die Rede sein. Zweitens halte ich es für unmöglich, dass ein Fortsatz einer centralen Nervenzelle als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppelt contourirte Nervenfaser übergehe, wie *Wagner* es gesehen zu haben glaubt. Niemand wird daran zweifeln, dass, gerade wie die Nervenfasern, so auch die centralen Nervenzellen den peripherischen Zellen in den Ganglien

und sonst und die Fortsätze derselben auch den blassen Fortsätzen der Zellen der Ganglien entsprechen. Wenn aber dem so ist, so kann ein Fortsatz einer Nervenzelle der Centralorgane nicht anders als in den Ganglien nur in die Totalität einer Nervenfaser übergehen. Hieraus schliesse ich, dass wenn *Wagner*, was ich nicht im geringsten bezweifle, einen vermeintlichen Fortsatz in eine dunkelrandige Nervenröhre eintreten sah, dies eben ein Axencylinder und kein Fortsatz einer Zelle war, in welcher Ansicht mich noch das bestärkt, dass *W.* keine Aeste dieses Fortsatzes erwähnt, obschon derselbe viermal länger als seine vermeintliche Zelle war, da ich keine Fortsätze kenne, die auf so lange Strecken unverästelt bleiben. — Diese meine Bedenken, wenn auch vielleicht nicht für Jedermann hinreichend, um *W.'s* Angaben als nicht begründet erscheinen zu lassen, sind doch sicherlich genügend, um denselben den Schein apodictischer Gewissheit, mit der sie gegeben wurden, zu benehmen und diejenigen, die Nervenfaserursprünge von den Zellen des Markes anzunehmen geneigt sind, eines Grundes der Analogie zu berauben. Trotz dieser Verhältnisse bin ich nicht gemeint, das Entspringen von Nervenfasern im Mark zu läugnen, ich halte dasselbe sogar für sehr wahrscheinlich, nur konnte ich eben nicht verschweigen, dass keine directe Thatsache für dasselbe zeugt. Wenn das Mark eigenthümliche Fasern in seiner grauen Substanz enthält, woran kaum zu zweifeln ist, so möchte es auch sicher sein, dass dieselben von den Nervenzellen desselben herkommen. Kennen wir doch diesen Ursprungsmodus für die Ganglien mit Sicherheit, während wir von einem anderen Entstehen von Nervenfasern durchaus nichts wissen, und muss daher die Behauptung eines solchen Ursprunges für den gesetzten Fall für so lange als die wahrscheinlichste erscheinen, als nicht etwas Anderes direct nachgewiesen ist. Welche Nervenzellen mit Nervenröhren in Verbindung stehen, kann bei dem Dunkel, das diese Frage einhüllt, natürlich nicht angegeben werden. Nur das will ich bemerken, dass wenn ein solcher vorkommt, derselbe auf jeden Fall bei den Zellen der *Substantia gelatinosa* und denen der vorderen Hörner anzunehmen wäre. Hiermit wäre nicht gesagt, dass alle Zellen der Hörner in dieser Weise sich verhalten müssen, obschon dieselben allerdings alle Fortsätze besitzen, denn es steht der Annahme, dass dieselben zum Theil auch ganz für sich bestehen, nicht das Geringste entgegen, wie dies denn auch in der That bei denen des grauen Centralkernes der Fall zu sein scheint, da dieselben von fast keinen Nervenröhren durchzogen sind und auch ins *Filum terminale* übergehen. Die Aehnlichkeit der Fortsätze der Zellen mit Axencylindern ist in dieser Frage keineswegs maassgebend, denn es finden sich eben doch fast ohne Ausnahme deutliche, wenn auch feinere Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Gebilden, indem die Fortsätze selten ganz homogen und überall gleich dick erscheinen, wie die Axencylinder meist; wenn aber auch scheinbar eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen Axenfasern und Fortsätzen der Zellen bestünde, so würde dies immer noch nicht den Zusammenhang beider beweisen, indem die Fortsätze ja auch für sich auslaufen könnten. Ich für mich finde die grösste Verwandtschaft zwischen den feinsten blassen, nicht mehr dunklen Nervenröhren von 0,0004—0,001‴, wie sie peripherisch (in der *Retina* besonders) und central vorkommen und den feinsten der fraglichen Fortsätze,

und bin der Ansicht, dass wenn die Fortsätze mit Nervenröhren zusammenhängen, dies nur bei den feinsten und nur mit solchen Röhren der Fall sein kann.

Meine Beobachtungen über den Faserverlauf der Nervenwurzeln im Mark schliessen sich am meisten an die von *Valentin* an (*Nova Acta* XVIII. A. pg. 181), so viel sich wenigstens aus dessen kurzen Mittheilungen entnehmen lässt, gehen jedoch etwas näher auf die Sache ein, als es bisher geschehen ist. Wenn *Stilling* die sensiblen und motorischen Wurzeln ineinander sich fortsetzen lässt, wobei er auch eine Kreuzung annimmt, so muss ich dem widersprechen und ebenso, wenn *E. Weber* die weisse Commissur nur als eine Verbindung der vorderen Wurzeln ohne Beziehung zu den Vordersträngen auffasst. Die Erforschung des Faserverlaufes im Mark ist eben eine sehr schwierige, namentlich weil die Fasern nicht immer nur in den Ebenen verlaufen, in denen man die Schnitte anlegt. So kann man allerdings durch Schnitte, wie sie *Stilling* (*Med. obl.* Tab. I. Fig. 2.) abbildet und wie sie die Fig. 129. gibt, zum Glauben verleitet werden, dass die Wurzeln ineinander sich fortsetzen, weil die Fasern derselben ungefähr dieselbe Richtung innehalten und sich bis gegen die Basis der Hörner hinein erstrecken, macht man aber Querschnitte, so sieht man die Sache ganz anders, wie oben beschrieben. Was *Stilling* als eigenthümliche horizontale, graue Fasern, die in die weisse Substanz der Seitenstränge übergehen, bezeichnet, sind wesentlich dieselben Fasern, die ich als von den Nervenwurzeln herstammend beschrieb, vorausgesetzt, dass *St.* diese Fasern wirklich kennt und nicht mit den hier besonders entwickelten Gefässen, die er jedoch (pg. 5) erwähnt, verwechselt hat. — Die Nervenröhren des Markes zeigen ausserordentlich leicht die Axenfasern und sind ganz geeignet, auch den Ungläubigsten von der Constanz und dem ganz gleichmässigen Auftreten derselben zu überzeugen. Ich wenigstens mache mich anheischig, dieselben an jeder Faser zu demonstriren, und empfehle mit *R. Wagner* Mark und Hirn zur ersten Untersuchung derselben. — Theilungen der Nervenfasern im Marke selbst sind mir zweifelhaft. Was *Remak* (*Observationes* pg. 17) als Theilungen in der *Substantia gelatinosa* beschreibt, sind Theilungen der Fortsätze der Zellen, doch scheint er auch wirkliche Nervenröhren getheilt gesehen zu haben, obschon die Sache keineswegs über allen Zweifel erhaben war. Dasselbe muss ich von zwei eigenen Beobachtungen von Theilungen einer dunkelrandigen Röhre und eines isolirten Axencylinders sagen, von denen jedoch die letzte sicher sein möchte. Auf jeden Fall können solche Theilungen nicht häufig sein, sonst hätte ich dieselben sehen müssen, da ich eine Unzahl von Nervenröhren und Axencylindern gerade auf diesen Punct untersuchte. Von den Letzteren sieht man solche von $1/10'''$ Länge in Menge ohne Spur von Theilung, aber selbst $1/3$, ja $1/2'''$ lange, wie man sie hie und da erhält, bieten nichts der Art dar, wie denn auch *Czermak* (*Zeits. f. wiss. Zool.* II. pg. 107), der im Marke des Störes Axencylinder von mehr als einer Linie darstellte, nichts von Theilungen derselben meldet.

Im *Filum terminale* findet *Remak* in den Kernen der Zellen bis auf drei und mehr Nucleoli; ausserdem eigenthümliche, durchsichtige Körperchen ohne Kerne, die vielleicht *Corpuscula amylacea* waren, die

ich wenigstens beim Menschen hie und da sah. Wie ältere Anatomen beim Menschen beschreibt auch *Remak* am Anfang des *Filum terminale* bei Säugern eine oder zwei längliche Anschwellungen, die von einer, dem Glaskörper ähnlichen und aus breiten, gestreiften, verflochtenen Fasern bestehenden Substanz äusserlich umgeben sein sollen (*Müll. Arch.* 1841, pg. 516). Ich kenne die fraglichen Anschwellungen beim Menschen wohl, wage aber ebenso wenig als *Arnold* (*Bemerkungen* pg. 7) mit Bestimmtheit mich darüber zu äussern, ob dieselben natürliche Bildungen sind oder nicht; was dagegen die von *Remak* erwähnten Fasern anlangt, so halte ich dieselben für Bindegewebe der Hülle des Endfadens, das zum Theil andere Eigenschaften als gewöhnlich besitzt (siehe unten). *Bidder* (l. c. pg. 45) beschreibt im Endfaden der Säuger einen beträchtlichen centralen Kanal und in dessen Wänden dicht gedrängte kleine Nervenzellen mit vielen durch sie hindurchsetzenden feinen Nervenröhren von 0,00012 bis 0,00015″.

Noch führe ich einige Grössenbestimmungen über verschiedene Theile des Markes an. Die weisse Commissur zeigt folgende Dickendurchmesser: Am Halstheil des Markes über der Anschwellung 0,19 — 0,26‴, an der Halsanschwellung 0,14—0,18‴, am ganzen Rückentheil des Markes bis zum 11ten *Nervus thoracicus* 0,1 — 0,12‴, am Ursprung des 11ten Rückennerven 0,14—0,16‴, an der Lendenanschwellung 0,32 — 0,36‴, unter derselben bei einer Breite des Markes von noch 4‴ 0,26‴, noch tiefer bei $3^{2}/_{3}$‴ Breite 0,2 — 0,24‴. *E. Weber* hat mithin im Ganzen Recht, wenn er sagt, dass die weisse Commissur da am stärksten sei, wo die stärksten Nerven entspringen, doch zeigt sich ein grosses Ueberwiegen des Lendentheiles des Markes gegen die oberen Theile. Wenn *E. Weber* die vordere Commissur im Rückentheile durch Präparation nicht nachweisen konnte, so ist zu bemerken, dass dies an Chromsäurepräparaten sehr leicht ist. Die graue Commissur *in toto* fand ich dick: am Halstheile über der Anschwellung 0,14—0,17‴; an der Halsanschwellung 0,14—0,20‴; am Rückentheil 0,12 — 0,18; an der Lendenanschwellung 0,24 — 0,28; unterhalb derselben bei 4‴ Breite des Markes 0,48‴; noch weiter unten bei $3^{2}/_{3}$‴ Breite 0,36‴, wobei jedoch zu bemerken ist, dass an den zwei letzten Orten der graue Kern nicht gerechnet ist, wie es bei den anderen der Fall ist, und dass hier in der Commissur nicht blos quere Fasern, sondern auch solche, die von den hintern Wurzeln herstammend direct in die Seitenstränge eingehen, sich finden. — Der graue Centralkern misst über der Halsanschwellung 0,12‴ Dicke, 0,24 — 0,32‴ Breite, an der *Intumescentia cervicalis* 0,14‴ Dicke, 0,30—0,36‴ Breite; am Rückentheil 0,12—0,14‴ Dicke, 0,24‴ Breite; an der Lendenanschwellung bis zu 0,8‴ Dicke, 0,6‴ Breite, aber auch nur 0,2‴ Dicke, 0,24 — 0,34‴ Breite, unterhalb der Lendenanschwellung, bei einem Durchmesser des Markes von $3^{2}/_{3}$‴ 0,32‴ Dicke, 0,44‴ Breite; bei einem nur noch $2^{1}/_{2}$‴ breiten Mark 0,24‴ Dicke, 0,28‴ Breite. — Die Dicke der *Substantia gelatinosa* beträgt 0,032—0,04‴; an der Spitze der Hörner selbst 0,08‴; über der *Intumescentia cervicalis*; an dieser selbst 0,20 — 0,24‴; am Rückentheil 0,032 — 0,04‴; an der Lendenanschwellung 0,20 — 0,24‴; unter derselben 0,12 — 0,16‴. Die Länge des von dieser Substanz über-

zogenen Theiles der hinteren Hörner bestimmte ich nur an der Halsanschwellung zu 0,96''', und in der Höhe des zweiten Halsnerven zu 0,6'''.

Bisher war nur vom Menschen und den Säugethieren die Rede. Die niederen Wirbelthiere anlangend, so wissen wir von denselben äusserst wenig, den Frosch ausgenommen, den *Budge*, *Engel* und *Blattmann*, jedoch mit ganz abweichenden Ergebnissen, untersucht haben. *Budge* (*Müll. Arch.* 1844, pg. 160) einerseits findet, dass die sensiblen Wurzeln der peripherischen Nerven zuerst quer ins Mark eintreten bis zur grauen Substanz und dann schliesslich wahrscheinlich alle, auf jeden Fall die Mehrzahl, sich nach vorn biegen und in der Richtung nach dem Gehirn weiter verlaufen, während anderseits *Engel* (*Zeitschr. d. Aerzte in Wien*, Nov. 1847) und *Blattmann* die Nervenwurzeln ohne Ausnahme im Marke enden lassen und die longitudinalen Fasern der weissen Substanz als ganz besondere Fasern betrachten, womit auch *V. Deen* (*Van der Hoeven en de Vriese Tydschrift* XI. 2. p. 118) einer kurzen Bemerkung zufolge wenigstens insofern einverstanden ist als er weder beim Kalb noch beim Frosch Rückenmarksfasern in Nervenfasern geradezu übergehen sah. — Ich erlaube mir über diese Erfahrungen kein bestimmtes Urtheil, da ich zu einer Untersuchung des Froschmarks bisanhin noch keine Musse fand. Nur das möchte ich bemerken, dass bei der Methode, welche von allen den genannten Forschern angewandt wurde, nämlich frisches Mark auf feinen Schnitten unter Anwendung von Compression zu untersuchen, der Faserverlauf kaum oder nur durch Zufall zu ermitteln ist, da die centralen Nervenröhren auch bei den geringsten mechanichen Einwirkungen Unterbrechungen der Continuität erleiden. Aus diesem und andern Gründen bin ich für mich überzeugt, dass *Engel's* und *Blattmann's* Angaben nicht die natürlichen Verhältnisse wiedergeben, sondern auf verstümmelte Präparate sich beziehen. Dieselben haben offenbar durch ihre Präparation die eintretenden Wurzeln gerade an den Stellen, wo dieselben (siehe auch *Budge* l. c. pg. 167, nach dem die Röhren der Wurzeln 1/250''', die Längsfasern des Markes, in die sie umbiegen, 1/400 — 1/500''' messen und eine Unterbrechung der Continuität gerade an der Uebergangsstelle sehr leicht sich macht) verdünnt in die Markfasern umbiegen, getrennt und so scheinbare Enden erhalten. Es ist zu bedauern, dass *Engel* und *Blattmann* sich nicht der doch schon vor 10 Jahren von *Hannover* empfohlenen und auch von *Eigenbrodt* angewandten Chromsäure bedienten, es wäre dann namentlich *Blattmann*, bei dem grossen Fleiss, den er offenbar an diese Sache gewandt, durch andere Resultate belohnt worden. Immerhin bleibt demselben das Verdienst neben *Stilling* der Erste gewesen zu sein, der sich an die Erforschung des Faserverlaufes des ganzen centralen Nervensystemes eines höhern Thieres gewagt hat. Ich zweifle übrigens nicht, dass manche der von ihm mitgetheilten Befunde richtig sind, wie die einer Kreuzung im Marke u. s. w., nur werden eben doch noch bestätigende Beobachtungen abzuwarten sein, bis man dieselben in die Wissenschaft einführen darf. — Noch erwähne ich, dass ich im Marke der Frösche den Ursprung dunkelrandiger feiner Fasern von den Fortsätzen von Nervenzellen beobachtet zu haben glaube (*Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 1, pg. 144).

§. 116.

Muthmaasslicher Faserverlauf im Mark. Wir haben gefunden, dass die motorischen und sensiblen Wurzeln nicht an ihrer Einpflanzungsstelle in die graue Substanz des Markes enden, wie es auf den ersten Blick der Fall zu sein scheint, sondern in überwiegender Mehrzahl sich aufwärts biegen und den longitudinalen Fasern der weissen Substanz sich beigesellen. Die wichtige Frage ist nun die, zu wissen, was aus diesen Fasern wird, ob dieselben nach kürzerem oder längerem Verlauf im Marke enden oder Alle nach dem Gehirn emporsteigen. Bekanntlich sind bis vor Kurzem die meisten Forscher der letztgenannten Ansicht gewesen, bis *Volkmann* in seinem mit Recht gerühmten Artikel „Nervenphysiologie" dieselbe, die weniger auf directe Beobachtungen als auf Gründe der Wahrscheinlichkeit sich stützte, in ihren Grundpfeilern erschütterte, und die Mehrzahl der Physiologen mit sich fortriss. Auch ich war unter diesen, wie aus meinem Programm über den *Sympathicus* und noch aus dem Anfange dieser Schrift (§. 13.) zu ersehen ist, so lange ich nicht die Verhältnisse selbst untersucht hatte, denn es unterlag keinem Zweifel, dass *Volkmann's* Theorie die anatomischen Thatsachen und die Ergebnisse der Physiologie, wie sie damals vorlagen, in ganz entsprechender Weise mit einander verband. Wenn ich demungeachtet jetzt die *Volkmann*'sche Theorie von der Endigung der Rückenmarksnerven im Mark verlasse, so wird man mir gerne glauben, dass es gewichtige Gründe sind, die mich hierzu bewegen, um so mehr, wenn ich noch sage, dass es mir eigentlich leid thut, eine Auffassungsweise nicht stützen zu können, welche über viele schwierige Theile der Nervenphysiologie so viel Licht zu verbreiten und mit so vielen anderen anatomischen Verhältnissen (Ganglien, wirbellose Thiere) im Einklang zu stehen schien.

Volkmann stützt sich bei seiner Hypothese von dem Entspringen der Fasern im Mark darauf (l. c. pg. 482 flgde.), dass das Rückenmark keine kegelförmige Gestalt mit der Basis nach oben besitzt, wie es der Fall sein müsste, wenn alle Fasern der Nervenwurzeln nach dem Gehirn heraufgingen, vielmehr an den Stellen, wo grosse Nerven entspringen, locale Vermehrung der Nervenmasse zeige, die sich nicht blos auf die graue Substanz, sondern in gleichem Maasse auf die weisse erstrecke. Dass dem so ist, beweisst *V.* durch Messungen von 4 Markdurchschnitten des Pferdes und durch eine Vergleichung des Durchmessers des Halsmarkes von *Crotalus horridus*, mit dem aller Nervenwurzeln desselben Thieres, der sich als 11mal den ersteren übertreffend ergibt; ausserdem stützt er

seine Ansicht noch dadurch, dass 1) die Anschwellungen des Markes ganz nach der Grösse der Extremitätennerven sich richten, bald fehlen und bald enorm entwickelt sind, 2) das Mark an den Abgangsstellen der stärksten Nerven, statt sich plötzlich zu verdünnen, am meisten anschwelle und 3) der Ursprung des Accessorius nun sein Auffallendes verliere. Untersucht man nun beim Menschen mit Rücksicht auf diese Verhältnisse das Mark, so zeigt sich in fast Allem gerade das Entgegengesetzte von dem, was *V.* bei Thieren sah. Erstens nimmt hier die weisse Substanz von unten nach oben beständig an Dicke zu und beruhen die Anschwellungen vor Allem auf einer Vermehrung der grauen Substanz. Dass dem wirklich so ist, ergibt schon der Augenschein, wenn man Schnitte, wie sie in Fig. 130. nach der Natur abgebildet sind, miteinander vergleicht und lässt sich auch durch Zahlen belegen. Ich habe an einem und demselben Mark (an einem ausgezeichnet gelungenen Chromsäurepräparate) die weissen Substanz an 5 Schnittflächen, wie in Fig. 130, gemessen und hierbei Folgendes gefunden. Die Vorderstränge messen:

Fig. 130.











	Breite innen an der Commissur,	Breite am Eingange der vord. Spalte,	Dicke
bei A.	0,32‴	0,44‴	0,1‴
bei B.	0,32—0,36‴	0,84‴	1,6‴
bei C.	0,36—0,38‴	0,95‴	1,12‴
bei D.	0,56‴	1,6‴	1,44‴
bei E.	0,56‴	1,8‴	1,32‴

Die Hinterstränge betragen:

	Breite innen an der grauen Commissur	Breite oberflächlich zwischen dem *Suc. medius* u. *lateralis posterior.*	Dicke
bei A.	0,08‴	0,28—0,32‴	1,12‴
bei B.	0,30‴	0,40‴	1,76‴
bei C.	0,56‴	1,04‴	2,32‴
bei D.	0,75‴	1,66‴	2,33‴
bei E.	0,50‴	2,0‴	2,81‴

Fig. 130. Fünf Querschnitte durch ein menschliches, in Chromsäure erhärtetes Rückenmark, um das Verhalten der grauen zur weissen Substanz zu zeigen, in natürlicher Grösse. *A.* Vom *Conus medullaris* bei 3⅔‴ Durchmesser des Markes. *B.* Von der Lendenanschwellung bei 4¾‴ Breite und 4½‴ Dicke. *C.* Vom Rückentheile des Markes bei 4½‴ Breite und 3¾‴ Dicke. *D.* Von der Halsanschwellung bei 6⅔‴ Breite und 4½‴ Dicke. *E.* Vom oberen Halstheil in der Höhe des zweiten Nerven bei 6⅓‴ Breite und 4¾‴ Dicke.

Die Seitenstränge ergeben:

	Breite		
am hervorragendsten Theil der grauen Substanz		an der Wurzel des hinteren Hornes	in der Höhe der *Subst. gelat.*
bei A. 0,40—044‴			
bei B. 0,36‴		0,96‴	
bei C. 1,14‴		1,16‴	
bei D. 1,2‴	(in der Höhe d. *Com. ant.*)	2,0‴	0,96‴
bei E. 1,76‴	(in der Höhe d. *Com. ant.*)	1,81‴	1,44‴

Bei Vergleichung dieser Zahlen ergibt sich für die Hinterstränge in allen Durchmessern eine continuirliche Zunahme von unten nach oben, mit einziger Ausnahme des einen Durchmessers bei E, der etwas geringer ist als bei D, was aber durch das bedeutende Ueberwiegen der beiden anderen reichlich compensirt wird. Auch bei den Seitensträngen ist, mit Ausnahme einer Dimension bei E., die ebenfalls aufgewogen wird, die Zunahme an Masse eine stetige. Bei den Vordersträngen ist die Vergrösserung in der Breitendimension eine ganz anhaltende, der Dickendurchmesser dagegen ist an der Lenden- und Halsanschwellung etwas grösser als am Rücken- und am oberen Halstheil, doch ist diese Differenz namentlich in dem letzteren Falle unbedeutend und möchte ihr durch die Zunahme der Vorderstränge in den anderen Richtungen und namentlich durch die an diesen Orten sehr bedeutende Vergrösserung der vordersten Theile der Seitenstränge mehr als das Gleichgewicht gehalten werden.

Alles zusammengenommen ergibt sich, auch wenn die Wechsel der Gesammtdicke und -breite des Markes gehörig in Rechnung gezogen werden, als sicheres Resultat, dass die Gesammtmasse der weissen Substanz des Markes von unten nach oben stetig zunimmt, und es müssen demnach der Wechsel desselben in seinem Durchmesser, seine mehrmalige Zu- und Abnahme in den Verhältnissen der grauen Substanz begründet sein. In der That ist dieselbe auch, wie längst bekannt, in den Anschwellungen ungemein entwickelt, an den anderen Orten ganz zurücktretend, in der Weise, dass das dem äusseren Anscheine Widersprechende, das in meiner Behauptung von einer stetigen Zunahme der Marksubstanz nach oben liegt, vollkommen befriedigend gelöst wird, wie folgende Zahlen bestätigen.

Breiteste Stelle der grauen Substanz	Breite d. hintern Hornes an d. Wurzel	Breite d. hint. Hornes an d. Spitze	Breite des vorderen Hornes.
bei A. 3,2‴	0,94‴	1,1‴	1,16—1,2‴ (etwas schief gemessen)
bei B. 3,68‴	0,72‴	0,88‴	1,36‴
bei C. 1,68‴	0,32‴	0,2‴	0,32 —0,36‴
bei D. 4,0‴	0,62‴	0,75‴	1,66‴
bei E. 2,8‴	0,55‴	0,25‴	1,0‴.

Nachdem so festgestellt war, dass das Mark am oberen Halstheile mehr weisse Substanz enthält als an allen übrigen Stellen und dass die Zunahme desselben continuirlich von unten nach oben erfolgt, musste vor allem das Verhältniss der weissen Substanz am oberen Halstheile zu den peripherischen Nerven bestimmt werden. Ich habe zu dem Ende die *Volkmann*'schen Messungen beim Menschen angestellt und an einer männlichen und

weiblichen Leiche alle Rückenmarkswurzeln der linken Seite bestimmt. Ich hielt mich hierbei nicht an die einzelnen Wurzelfasern, wie sie aus den *Sulci laterales* herauskommen, weil die Durchschnittsflächen derselben ihrer Zartheit und abgeplatteten Gestalt wegen sich schwer bestimmen lassen, sondern an die Stämme der Wurzeln vor ihrem Durchtritte durch die *Dura mater*, die ihrer geringen Zahl und ziemlich drehrunden Gestalt wegen sich leichter messen liessen. Dieselben wurden von Gefässen und von der *Arachnoidea* möglichst gereinigt und dann mit dem (freilich zarten) Neurilem in ihren Durchmessern möglichst genau bestimmt, jedoch so, dass die Zahlen eher etwas zu gross als zu klein ausfielen. Die folgende Tabelle enthält die aus den gefundenen Durchmessern berechneten Durchschnittsflächen in □‴.

		Mann		Weib	
		Motor. Wurzeln	Sensible Wurzeln	Motor. Wurzeln	Sensible Wurzeln
Cerv.	I.	0.196250	0.085486	0.237462	0.053066
,,	II.	0.237462	0.738606	0.237462	0.683684
,,	III.	0.158962	0.553896	0.125600	0.607904
,,	IV.	0.107466	0.384650	0.212264	0.607904
,,	V.	0.341946	0.738606	0.441562	0.607904
,,	VI.	0.352386	1.187626	0.341946	0.785000
,,	VII.	0.553896	1.388586	0.352386	0.949850
,,	VIII.	0.352386	1.130400	0.196250	0.949850
Thor.	I.	0.196250	0.553896	0.237462	0.518100
,,	II.	0.107465	0.282600	0.166106	0.282600
,,	III.	0.113354	0.196250	0.180864	0.264074
,,	IV.	0.125600	0.196250	0.125600	0.228906
,,	V.	0.096162	0.212264	0.158962	0.196250
,,	VI.	0.180864	0.341940	0.125600	0.180864
,,	VII.	0.180864	0.341940	0.125600	0.228906
,,	VIII.	0.180864	0.341940	0.158962	0.228906
,,	IX.	0.173406	0.321536	0.173406	0.228906
,,	V.	0.151976	0.352386	0.173406	0.282600
,,	XI.	0.196250	0.362984	0.196250	0.282600
,,	XII.	0.180864	0.341940	0.188478	0.341946
Lumb.	I.	0.180864	0.373738	0.220506	0.341946
,,	II.	0.204178	0.465426	0.331662	0.406944
,,	III.	0.477594	0.553896	0.384650	0.502400
,,	IV.	0.384650	0.785000	0.441562	0.949850
,,	V.	0.384650	0.882026	0.453416	1.074586
Sacr.	I.	0.553896	1.388586	0.441562	0.949850
,,	II.	0.311566	0.785000	0.096160	0.341946
,,	III.	0.049062	0.228906	0.031400	0.212264
,,	IV.	fehlte	0.096160	0.025434	0.085486
,,	V.	fehlte	0.045210	0.001256	0.015386
Coccygeus		0.007850	0.007850	0.001256	0.001256
Sum. aller Wurzeln		6.959847	15.660580	6.584492	13.440796.

	Mann	Weib
Summe aller Wurzeln einer Seite . . .	22,620427	20,025288
Summe aller Wurzeln beider Seiten . .	45,240854	40,050576

Stellt man den gefundenen Werthen die der weissen Substanz des Markes selbst entgegen, so zeigt sich Folgendes. Das Rückenmark des weiblichen Individuum besass, genau gemessen, in der Höhe des zweiten Halsnerven $4\frac{1}{3}'''$ Breite und $4'''$ Dicke, was, das Ganze als Ellipse berechnet, eine Durchschnittsfläche von 13,□''' 605620 gibt. Rechnet man hievon $\frac{1}{4}$ für die graue Substanz ab, was auf jeden Fall nicht zu wenig ist (siehe Fig. 131. *E*), so bleiben 10,□''' 204215 für die weisse Substanz selbst. Das Mark des männlichen Individuum war an derselben Stelle $5\frac{1}{3}'''$ breit, $4\frac{2}{3}'''$ dick, was eine Durchschnittsfläche von 19,□''' 537752, und $\frac{1}{4}$ derselben für die graue Substanz abgezogen, 14,□''' 653314 als Flächeninhalt der weissen Substanz ergibt. Mit der Gesammtfläche aller Wurzeln verglichen sind nun diese Zahlen freilich sehr unbedeutend und bestätigen auf den ersten Blick die *Volkmann*'sche Hypothese ganz, allein es ist nun noch ein sehr wichtiges Moment in Rechnung zu bringen, nämlich die Verschmälerung der Nervenröhren der Wurzeln bei ihrem Eintritte und weiteren Verlaufe im Mark, welches *Volkmann* zwar nicht übersah (l. c. pg. 485), aber nicht weiter würdigte. Dass die Wurzeln beim Eintritte ins Mark sich verschmälern, ist seit *Ehrenberg* und *Valentin* eine bekannte Sache, weniger dass auch die mittlere Breite der longitudinalen Fasern des Markes von denen der Wurzeln abweicht; doch gibt schon *Volkmann* an (*Müll. Arch.* 1838, St. 282), dass die mittlere Breite der Fasern des Rückenmarkes des Frosches 0,00015'', die der Nervenwurzeln 0,00039'' betrage. Auch *Valentin* stellte schon früher, freilich ohne die Sache durch Zahlen zu belegen, die grössere Dünne der Nervenröhren im Mark, verglichen mit denen der Wurzeln, als ein allgemein gültiges Gesetz auf und benutzte dasselbe auch schon, um zu zeigen, dass das Volumen der Centraltheile nicht gerade nach Maassgabe der Zahl der peripherischen Nerven steigen müsse (*Nervenlehre* pg. 10, 89). In der neuesten Zeit hebt derselbe Autor diese Verschmälerung neuerdings mit Bestimmtheit hervor (*Physiologie*, 2. Aufl. II. pg. 700) und ist der Ansicht, dass von dieser Seite her gerechte Bedenken gegen die *Volkmann*'sche Hypothese sich erheben, und in der That mit Recht, denn alle Berechnungen der Durchschnittsflächen sind ohne Werth, wenn man nicht auch weiss, wie die Fasern an den verschiedenen Orten sich verhalten. Aus diesem Grunde habe ich, da für den Menschen nur wenige hierauf bezüglichen Angaben vorlagen, die Durchmesser der Fasern in den Wurzeln und im Marke möglichst genau zu bestimmen gesucht. Für die Wurzeln muss ich *Henle* (pg. 669) fast ganz beistimmen. In den vorderen Wurzeln herrschen, wie auch *Bidder* und *Volkmann* (*Symp.* pg. 77) angeben, die dicken Röhren bei weitem vor, so dass sie mindestens $\frac{3}{4}$ aller Fasern ausmachen. Ihre Durchmesser gehen von 0,006 — 0,011''' und betragen im Mittel 0,007—0,008''', während die feineren Röhren kaum unter 0,0025 bis 0,0030''' messen. In den sensiblen Wurzeln sind nach *B.* u. *V.* (l. c.) die feinen und dicken Fasern an Zahl sich gleich, was mir etwas

zu viel gesagt scheint, ich schätze die ersteren zu $^1/_3$—$^2/_5$, will dieselben jedoch als die Hälfte betragend in Rechnung bringen. Die dickeren gehen von 0,004 — 0,008''' und messen im Mittel 0,006''', die feineren betragen 0,0012—0,003''', im Mittel 0,002'''. Vergleichen wir hiemit die longitudinalen Fasern der weissen Substanz des Markes, so zeigen sich in den Hinter- und Seitensträngen Werthe von 0,0012—0,004''', im Mittel 0,002 – 0,003''', in den Vordersträngen Röhren von 0,0012—0,0048''' mit einem Mittel von 0,003'''. Berechnet man nun aus den angeführten Zahlen, unter der Voraussetzung, dass die weisse Substanz des Markes die einfache Fortsetzung der Nervenwurzeln sei, die Verschmälerung, welche die Wurzeln hierbei erleiden, indem man die dünnen Fasern der Wurzeln den dünnen Röhren des Markes gleich setzt und bei den dicken Fasern in den motorischen Wurzeln (dieselben zu $^2/_3$ gerechnet) im Mittel eine Verschmälerung von 0,0075''' bis zu 0,003''', bei denen der sensiblen Wurzeln eine solche von 0,006''' zu 0,003''' (dieselben als die Hälfte aller Fasern ausmachend berechnet) statuirt, so ergibt sich bei den sensiblen Wurzeln eine Verschmälerung im Verhältniss von 31 : 10, bei den motorischen eine solche wie 27 : 5, mithin auch, dass der Querschnitt des Markes am Halse, selbst wenn er fast nur den vierten Theil desjenigen Aller Nervenwurzeln beträgt, immer noch eben so viele Nervenröhren enthält, wie die peripherischen Nerven selbst. Die genauere Berechnung zeigt beim Manne eine Verschmälerung der motorischen Wurzeln einer Seite von 6,□''' 959847 auf 1,□''' 288860 und der sensiblen Wurzeln einer Seite von 15,□''' 660580 auf 5,□''' 051800, was für die Gesammtsumme aller Wurzeln eine Abnahme des Flächeninhaltes von 45,□''' 240854 auf 12,□''' 681320 ergibt. Beim Weibe stellt sich die Sache so: Die motorischen Wurzeln einer Seite zeigen eine Verschmälerung von 6,□''' 584492 auf 1,□''' 219348, die sensiblen von 13,□''' 440796 auf 4,□''' 335740, alle Wurzeln zusammen eine Abnahme des quadratischen Inhaltes von 40,□''' 050576 auf 11,□''' 110176. Vergleichen wir mit diesen Zahlen die für die weisse Substanz des Markes am zweiten Halsnerven gefundenen von 14,□''' 653314 für den Mann und von 10,□''' 204215 für das Weib, so zeigt sich, dass das Mark beim Manne mehr als genug Fasern enthält, um die peripherischen zu decken und beim Weibe wenigstens nahezu genug, namentlich wenn man noch berücksichtigt, dass in der ganzen Berechnung die Zahlen eher zu Gunsten der Nervenwurzeln angesetzt wurden.

Es kann nach dem Allem kaum zweifelhaft erscheinen, dass die Annahme einer Endigung der periph. Nerven im Marke von der Seite solcher Messungen, wie ich sie nach *Volkm.* Vorgange angestellt habe, keine Stütze findet, und dass dieselben, auch wenn man dem Unsichern, was solchen Untersuchungen immer anklebt, gehörig Rechnung trägt, gerade umgekehrt wenigstens die Möglichkeit darthun, dass die Rückenmarksnerven zum Gehirn emporsteigen. Mehr leisten dieselben jedoch durchaus nicht und es wird von andern Thatsachen abhängen, ob man sich für einen solchen centralen Ursprung entscheiden darf oder nicht, indem es ja gedenkbar ist, dass die peripherischen Nerven doch im Marke enden und dass die longitudinalen Fasern im Mark eine ganz andere Quelle besitzen. Da begreiflicher Weise eine Verfolgung der Nervenröhren durch das ganze

Mark weder jetzt, noch wahrscheinlich überhaupt jemals zu verwirklichen ist, so muss man sich nach andern Thatsachen umsehen, die möglicher Weise Aufschluss geben und solche sind in der That vorhanden. Man erinnere sich an den oben geschilderten Verlauf der Wurzeln im Marke. Wir fanden, dass dieselben, nachdem sie Alle mehr oder weniger mit der grauen Substanz in Berührung gekommen, in überwiegender Mehrzahl in ihrem Anschluss an die longitudinalen Fasern der Vorder-, Seiten- und Hinterstränge direct sich verfolgen liessen. Durch diese Thatsache, zusammen mit den Resultaten meiner Messungen, wird Manchem der Uebergang der Mehrzahl der peripherischen Nervenröhren ins Gehirn schon als bewiesen erscheinen, man muss jedoch, um nichts zu übersehen, noch erwähnen, dass die in der Marksubstanz longitudinal verlaufenden Wurzelfasern in derselben enden, oder nach ihrem Uebergang in dieselbe höher oben wieder an die graue Substanz abtreten könnten. Das Erstere ist nun freilich sehr wenig wahrscheinlich, da 1) noch Niemand Endigungen von Nervenröhren in der weissen Substanz des Markes sah und 2) etwas der Art auch sonst sehr befremdend wäre, da man noch nirgends Anfänge von Nervenröhren in der weissen Substanz kennt, und was das Letztere anlangt, so könnte ein etwaiger Wiedereintritt der Nervenwurzeln in die graue Substanz dem Blicke sich nicht entziehen; so gut als der Anschluss der Wurzelfasern an die Vorder-, Hinter- und Seitenstränge sich wirklich beobachten lässt, so müsste auch das bezeichnete Verhalten sich offenbaren und doch habe ich bei meinen ganz vorurtheilsfrei angestellten Beobachtungen nie etwas der Art gesehen. Es bleibt mithin nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die grosse Mehrzahl der peripherischen Nerven wirklich einen cerebralen Ursprung hat. Ob dieselben alle im Gehirn (wo, werden wir später sehen,) entspringen oder einem Theile nach, der meinen Untersuchungen zufolge nur gering sein könnte, auch aus dem Marke stammen, lässt sich nicht entscheiden, eben so wenig als die Frage, ob die weisse Substanz des Markes ausser den von den peripherischen Nerven abstammenden Röhren auch noch andere, etwa vom Hirn zum Marke gehende Fasern enthält.

Ich bin, wie man sieht, durch meine Untersuchungen zur alten Lehre vom cerebralen Ursprung, wenn auch nicht aller, was noch unausgemacht ist, doch wenigstens der meisten Fasern der Rückenmarksnerven zurückgekommen und habe nun noch nachzuweisen, 1) wie dieses beim Menschen gewonnene Resultat zu den *Volkmann*'schen Erfahrungen bei Thieren sich verhält und 2) wie die physiologischen Thatsachen mit denselben stimmen. Was das Erste betrifft, so bemerke ich vor Allem, dass ich an der Richtigkeit der *Volkmann*'schen Angaben nicht im Geringsten zweifle; nichts desto weniger kann ich mich vorläufig nicht entschliessen, dieselben im Sinne *Volkmann's* zu deuten und mithin eine Verschiedenheit des Baues des Rückenmarkes des Pferdes und von *Crotalus mutus* von dem des Menschen zu statuiren. Ich bin zwar, durch einige frühere Erfahrungen (Holzfaser bei Thieren z. B.) belehrt, kein grosser Freund von Schlüssen nach Analogie, allein deswegen bin ich doch nicht der Meinung, dass Analogien gering zu achten sind, nur muss man denselben nicht übermässig Rechnung tragen und dieselben gewissermassen nur unter der Voraussetzung benutzen,

dass sie durch neue Thatsachen als ungenügend sich ergeben könnten. So gerade beim Mark. So lange nicht eine bestimmte Thatsache vorliegt, die etwas anderes lehrt, muss es als das Wahrscheinlichste erscheinen, dass der Bau, den wir beim Menschen fanden, auch bei den übrigen Wirbelthieren vorhanden ist. In dieser Voraussetzung bestärkt mich, dass *Volkmann* selbst früher (l. c.) beim Frosch den Durchmesser der *Med. spinalis* am Halse zu 0,11 Pariser Zoll, den aller Rückenmarksnerven zusammen nur zu 0,0817 berechnete, was, vorausgesetzt, dass man beim Mark $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ für die graue Substanz abzieht, ungefähr dasselbe ergibt, was ich beim Menschen fand. Unter diesen Verhältnissen darf man gewiss auch bei Crotalus und beim Pferd daran denken, dass die gefundenen Zahlen vielleicht anders sich erklären, als *Volkmann* will. Bei der Schlange hat *V.* die Verdünnung der Fasern nicht berechnet; könnte sich dieselbe nicht anders stellen als beim Menschen, so dass vielleicht die Durchmesser der Röhren in den Wurzeln zu denen im Mark sich wie 3 : 1 verhalten, was ein Verhältniss der Flächen wie 9:1 gäbe? oder kommen etwa bei gewissen Geschöpfen an den Austrittsstellen der Nerven Theilungen vor? Beim Pferd, wo nach *V.* die Lenden- und Halsanschwellungen mehr weisse Masse haben als der Rücken- und obere Halstheil des Markes, konnte der Ueberschuss leicht dadurch entstehen, dass die Nerven des *Plexus lumbo-sacralis* und *brachialis* nicht gleich nach ihrem Eintritte in das Mark sich verdünnen, sondern erst höher oben an Dicke abnehmen, während die Verschmälerung bei den andern gleich eintritt, oder es könnten auch hier Theilungen im Spiele sein. Auf jeden Fall ist klar, dass, so lange wir nicht auch über diese Verhältnisse vollkommen aufgeklärt sind, an eine Benutzung der von *V.* mitgetheilten Zahlen nicht zu denken ist. Sollte aber auch in der That bei diesen oder andern Thieren ein von dem des Menschen abweichendes Verhalten mit Sicherheit sich nachweisen lassen, so würde dies in der Sache nichts ändern, da *a priori* kein Grund zur Annahme einer Uebereinstimmung des menschlichen Baues mit dem thierischen auch in diesem Puncte vorliegt.

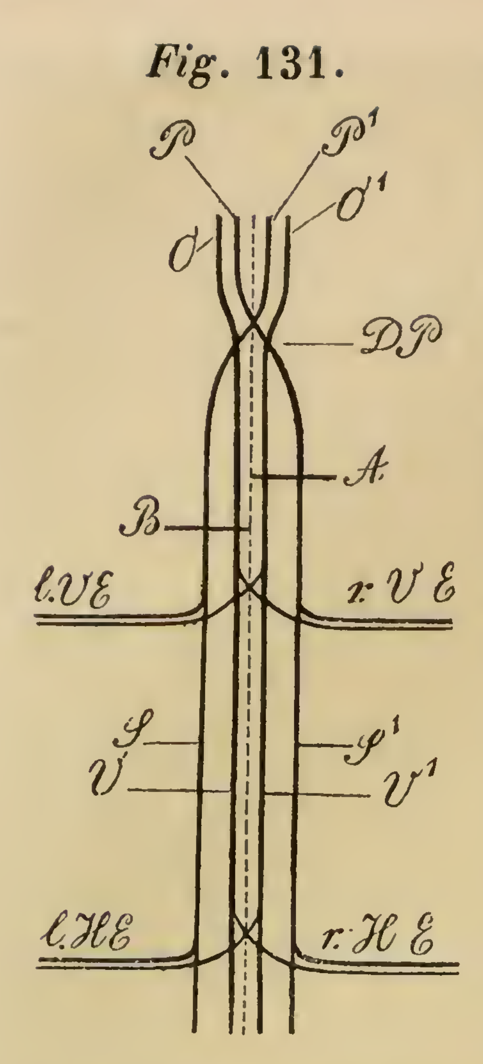
Es kann schliesslich auch keinem Zweifel unterliegen, dass die Annahme eines cerebralen Ursprunges der Rückenmarksnerven, wie sie aus den anatomischen Daten sich ergibt, alle physiologischen Thatsachen vollkommen genügend, ja manche viel besser als die Hypothese vom Entstehen der Nerven im Marke erklärt. Betrachten wir einmal das Rückenmark als Leitungsorgan, so ist bekannt, dass durch dasselbe der Wille auf alle Muskeln einwirkt und dass das Gehirn von allen Stellen der Körperoberfläche und auch von den Zuständen der Muskeln, Knochen, Gelenke und zum Theil der Eingeweide Kenntniss erhält, mit andern Worten, dass alle Rückenmarksnerven, sensible wie motorische, durch das Mark mit dem Gehirn in directer Verbindung stehen. Die Schnelligkeit, Leichtigkeit und Sicherheit, mit der diese Verbindung zu Stande kommt, kann gewiss nicht besser erklärt werden, als wenn man einen continuirlichen Verlauf der peripherischen Nervenröhren bis ins Gehirn (zu den Streifenhügeln, Sehhügeln namentlich) annimmt, um so mehr, da, wie bekannt, die weisse Substanz des Markes auf Reize gerade eben so reagirt, wie die der Nerven, d. h. in dem einen Fall Bewegungen, in dem andern Schmerzen veranlasst. Die

Thatsache einer vollständigen gekreuzten Leitung beim Zustandekommen der willkürlichen Bewegungen und bewussten Empfindungen wird erst dann ganz genügend erklärt, wenn man zur Pyramidenkreuzung noch die der Vorderstränge in der vorderen Commissur des Markes und die in der grauen Commissur wahrscheinlich ebenfalls vorhandene dazu nimmt. In diesem Falle haben wir eine einmalige Kreuzung der meisten peripherischen Nervenfasern, indem 1) die Seitenstränge des Markes, die, vielleicht mit Ausnahme einiger sensibler Fasern, nur Elemente der Wurzeln ihrer Seite aufnehmen, einem guten Theile nach in den Pyramiden sich kreuzen, 2) die Vorderstränge, die bekanntlich in die Olivarstränge (namentlich in die innern Hülsenstränge) übergehen und an der *Decussatio pyramidum* keinen Antheil nehmen, in der weissen Commissur ihre Fasern ganz und gar zur andern Seite senden und 3) endlich, wie ich wahrscheinlich zu machen suchte, auch die Hinterstränge und ein Theil des hinteren Abschnittes der Seitenstränge einen namhaften Theil ihrer Röhren durch die graue Commissur zu den Wurzeln der andern Seite schicken. Früher, wo man nur die Pyramidenkreuzung kannte, war man genöthigt anzunehmen, dass willkürliche Bewegung und bewusste Empfindung nur durch diese wenigen Fasern zu Stande komme, und konnte von einem cerebralen Ursprung Aller, in Muskeln und Haut sich ausbreitenden Nerven natürlich keine Rede sein, jetzt ist dem anders und wird mit dem Nachweis noch anderer zahlreicher Kreuzungen die Möglichkeit, alle Muskel- und Hautnerven zum Gehirn emporsteigen zu lassen, eröffnet und zugleich auch eine genügende Erklärung für die Resultate halbseitiger Durchschneidungen des Markes gegeben, an welche bisher nicht zu denken war. Diese wichtigen Experimente wurden zuerst von *v. Deen* beim Frosche angestellt und es fand derselbe (*Traités et découvertes sur la Physiologie de la moelle épinière*, *Leide* 1841, *Deuxième Traité Exp.* XXV und XXXVII, pg. 65 u. 92), dass nach vollständiger Durchschneidung einer Seitenhälfte des Markes die Empfindung und auch die Bewegung auf derselben Körperseite unterhalb des Schnittes fortbestand, wobei er jedoch die Bewegung als Reflexbewegung ansieht. Zu demselben Resultate kam auch *Stilling* (*Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarks etc. Leipzig* 1842, Exp. XXV, XXXVII, XXXIX, XL u. XLII), nur dass er die Bewegung auf der Seite des Schnittes als willkührliche ansieht, ebenso *Valentin* (*Physiol.* 1. Aufl. Bd. II, pg. 764), wogegen *Volkmann* (*Nervenphysiologie* pg. 553) immer Lähmung der gleichnamigen Seite unterhalb des Querschnittes gefunden haben will, indem er anscheinend selbständige Bewegungen, die wiederholt entstanden, nicht vom Willen ableitet. In der neusten Zeit hat *Eigenbrodt* (l. c.) viele solche Versuche angestellt und hiebei im Wesentlichen die Angaben der ersten Experimentatoren bestätigt gefunden. Nach ihm besteht bei Fröschen 1) nach Durchschneidung einer Seitenhälfte des Markes die willkürliche Bewegung und die Empfindung in der Extremität derselben Seite unterhalb des Schnittes ungestört fort, wenn dieser in einer gewissen Entfernung von dem Ursprung ihrer Nerven aus dem Marke gemacht wird. Dieselben werden aber mehr und mehr beeinträchtigt, je näher an dieser Stelle der Schnitt ausgeführt wird, und endlich aufgehoben. 2) Bei der Durchschneidung der beiden Seitenhälften des

Markes hängt das Fortbestehen und Nichtfortbestehen der Leitung in dem zwischen den beiden Schnitten befindlichen Rückenmarksstücke von der Entfernung der beiden Schnitte von einander ab. Bei Säugethieren (Hunden) sah *E.* nach Durchschneidung einer Hälfte des Markes noch das Gefühl auf derselben Seite unterhalb des Schnittes fortbestehen, nicht aber die willkürliche Bewegung; wurden die Schnitte einen Zoll von einander entfernt rechts und links gemacht, so war Gefühl und Bewegung unterhalb derselben gänzlich erloschen. — Auch ich habe in Gemeinschaft mit Dr. *Corti* und Dr. *J. N. Czermak* diese Versuche gemacht und bei Fröschen dasselbe gefunden, was *Eigenbrodt* und zwar so, dass meiner Meinung nach über das Fortbestehen der willkürlichen Bewegung und Empfindung in allen Körpertheilen unterhalb des Schnittes bei halbseitiger Trennung des Markes nicht die geringsten Zweifel gehegt werden können. Bei Säugethieren (Kaninchen) fand ich nicht blos Fortdauer der Empfindung, sondern auch der Bewegung in den Extremitäten, wenn der Schnitt zwischen Atlas und Dreher oder zwischen diesem und dem dritten Halswirbel gemacht wurde nur war immer die vordere Extremität auf der Seite des Schnittes gelähmter als die andere und ergab sich als constantes Resultat, dass die Bewegungen geschwächt waren und die Muskeln nicht mehr dasselbe leisteten wie früher, wie dies zum Theil auch von den früheren Experimentatoren angegeben wird. Die Kaninchen konnten wohl noch kriechen, mit den Beinen zappeln, dieselben strecken und beugen, dagegen nie stehen, vorausgesetzt, dass der Schnitt, was immer durch eine genaue Untersuchung des Markes ermittelt wurde, vollständig gelungen war. Bei Anbringung zweier halben Schnitte rechts und links am Halstheile des Markes, in der Entfernung einer Wirbelhöhe voneinander, machten die Thiere von selbst keine Bewegungen mehr, zuckten auch bei Reizung des Kopfes nie mit den Extremitäten, wohl aber traten bei Irritation dieser selbst Bewegungen ein, die aber kaum für etwas anderes, denn als für Reflexbewegungen gehalten werden konnten.

Bei der Erklärung dieser Experimente kann, wie *Volkmann* gewiss mit Recht annimmt (pg. 553), nicht mit *Stilling* an eine Vermittlung von Gefühl und willkürlicher Bewegung blos durch die Contiguität der Theile im Marke gedacht werden, indem dannzumal die Leitung durch das Mark nicht an den Gang bestimmter Fasern gebunden wäre, während wir doch mit Bestimmtheit wissen, dass Hirnleiden nur in gekreuzter Richtung am Stamm und den Extremitäten sich geltend machen. Nur ganz bestimmt vorgezeichnete Bahnen, nur eine Continuität der leitenden Fasern im Mark, von den Nerven bis zum Gehirn kann die Wahrnehmung örtlicher Reize als solcher, die Möglichkeit ganz beschränkter Bewegungen je nach unserm Belieben erklären und *Eigenbrodt* hat daher sicher den einzig richtigen Weg eingeschlagen, als er die Kreuzungen im Marke selbst zur Erklärung der angeführten Experimente zu Hülfe nahm. In der That machen dieselben alle Erscheinungen leicht begreiflich, wie beistehendes Schema des Verlaufes der motorischen Fasern im Mark andeuten mag (Fig. 132). Die Pyramidenkreuzung betrifft, wie wir durch *Arnold* und A. wissen, nicht die Vorderstränge des Rückenmarks, sondern die Seitenstränge, mit Ausnahme eines Theiles derselben, welcher

Fig. 131.



an der Bildung der *Eminentia teretes* und der *Fasc. laterales* Antheil nimmt. Dagegen trifft die Kreuzung im Marke selbst 1) in der *Comm. alba* Fasern, die von den Olivarsträngen aus in den Vordersträngen herablaufen und sich noch nicht kreuzten und 2) in der *Commissura grisea* zum Theil Fasern der Hinterstränge, die mit den *Corpora restiformia* zusammenhängen, die in dem verlängerten Mark ebenfalls sich nicht mehr kreuzen, zum Theil Röhren der Seitenstränge, wahrscheinlich von denen, die in den *Eminentiae teretes* ebenfalls keine Decussation mehr zeigen. Vorausgesetzt nun, dass Alle diese sich kreuzenden Fasern willkürliche Bewegung und bewusste Empfindung vermitteln, was wohl von allen Seiten zugegeben werden wird, so ist die Fortdauer der Empfindung und Bewegung nach halbseitiger Trennung des Markes unter der Trennungsstelle leicht zu verstehen. Hat man z. B. wie in Fig. 131. bei *A* einen halbseitigen Schnitt rechts über den Nerven der vorderen Extremitäten gemacht, so wird allerdings der motorische Einfluss, der von den linken Pyramiden *P* aus durch den rechten Seitenstrang S^1 zu den Extremitäten der rechten Seite geleitet wird, aufgehoben sein, dagegen bleibt die Einwirkung der linken Olivarstränge *O* durch die linken Vorderstränge *V* auf die rechten Extremitäten ungeschwächt und es werden daher dieselben noch, wenn auch nicht wie unter normalen Verhältnissen, beweglich sein, während auf der andern Seite auch die linken Glieder nicht ihre normale Kraft besitzen können, weil der Einfluss der rechten Vorderstränge auf sie abgeschnitten ist. Fügt man dem ersten Schnitte bei *A* noch einen bei *B* hinzu, so sind alle und jede Leitungsfasern des motorischen Einflusses des Hirnes durchschnitten und die Extremitäten werden unbeweglich sein. Spaltet man das Rückenmark der Länge nach, so wird die von *Valentin* und *Stilling* wahrgenommene Fortdauer der Bewegung und Empfindung ebenfalls ganz begreiflich, da in diesem Falle der Einfluss aller Pyramidenfasern ungeschwächt fortbesteht, dagegen können, wegen der Trennung aller im Marke selbst sich kreuzenden Fasern der Commissuren, die Erscheinungen natürlich nicht mit derselben Energie vor sich gehen wie normal, was auch in der That von *Stilling* (pg. 82) bestimmt angeführt wird. — Wie bei den motorischen, wird die Sache auch bei den sensiblen Fasern sich verhalten, wenn auch diese, wie ich es wahrscheinlich zu machen suchte, in der grauen Commissur sich kreuzen.

Fig. 131. Schema, um den Verlauf der motorischen Fasern im Marke deutlich zu machen. PP^1 Pyramiden, *DP Decussatio pyramidum;* S^1 rechter Seitenstrang des Markes, Fortsetzung der linken Pyramide; *S* linker Seitenstrang, Fortsetzung der rechten Pyramide; O^1 rechter Olivarstrang in den rechten Vorderstrang des Markes V^1 übergehend und aus diesem durch die Commissurenkreuzung des Markes zu den Nerven der linken vordern und hintern Extremität *l. VE* und *l. HE* Nerven abgebend; *O* linker Olivarstrang in den linken Vorderstrang *V* und die rechten Extremitäten gelangend.

Wenn dieses die richtige Deutung des Resultates der in Frage stehenden Experimente ist und daran möchte kaum zu zweifeln sein, so erwächst hieraus, wie ich behaupte, der Annahme eines cerebralen Ursprungs der Rückenmarksnerven eine neue Stütze. An und für sich könnten zwar freilich die sich kreuzenden Fasern im Marke auch einem intermediären Fasersysteme angehören, das nicht in die Nerven eintritt und dieselben nur mit dem Hirn verbindet. Allein man erinnere sich, dass der Uebergang der sich kreuzenden Fasern der vorderen Commissur in die vorderen Wurzeln von mir direct nachgewiesen wurde, dass somit eine Continuität der Fasern der Vorderstränge und der vorderen Wurzeln feststeht. Gewiss wird Niemand annehmen wollen, dass diese Fasern, deren Beziehung zur bewussten Seele unzweifelhaft ist, nicht bis zum Hirn gehen, sondern im Marke enden, so wenig als irgend Jemand eine Endigung der Pyramidenfasern etwa im Pons oder in den Hirnstielen anzunehmen geneigt sein wird. Wenn von diesen eine Erstreckung bis zu den Grosshirnganglien statuirt werden muss, so wird etwas Aehnliches auch bei den Fasern der Vorderstränge des Markes nicht abzuweisen sein, womit dann eben auch der cerebrale Ursprung eines Theiles der motorischen Wurzeln nachgewiesen ist und ein neuer physiologischer Grund zu den übrigen schon oben auseinandergesetzten anatomischen dazu kommt, um ein Aufsteigen der Rückenmarksnerven zum Gehirn anzunehmen.

Das bisher Bemerkte hatte nur auf die dem Willen und Bewusstsein direct untergebenen Elemente der Nerven und des Markes Bezug, bei denen eine gekreuzte Wirkung feststeht und kein Grund vorliegt, irgendwo eine Unterbrechung der Leitung anzunehmen. Es könnte hiermit in Widerspruch zu stehen scheinen, dass nicht von allen Fasern der Wurzeln der Zusammenhang mit einem der Stränge des Markes sich direct nachweisen liess, ferner, dass ebenfalls nicht bei allen Fasern, die aus den Marksträngen in die Wurzeln abgehen, eine Kreuzung zu finden war. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Rückenmarksnerven auch noch andere Fasern führen als die, welche zur Haut und zu den Muskeln gehen, nämlich die der *Rami communicantes* des Sympathicus, der Knochen der Wirbel und Extremitäten und der Gefässe der Extremitäten u. s. w. und dass es von diesen noch unausgemacht ist, wie sie im Marke sich verhalten und ob sie in demselben entspringen oder nicht, ob sie sich kreuzen. Dass die Elemente der motorischen Wurzeln in überwiegender Mehrzahl in die Vorderstränge und den vorderen Theil der Seitenstränge eingehen, ist sicher und diese scheinen auch Alle in der Pyramidendecussation und der Markkreuzung der weissen Commissur zur entgegengesetzten Seite sich zu begeben und somit, auch wenn einzelne derselben dem Willen und Bewusstsein nicht direct unterthan sind, wenigstens zu den Anfängen des Gehirns aufwärts zu gehen. Die sensiblen Wurzeln anlangend, so gehen auch sie der Mehrzahl nach in die hinteren Abschnitte der Seitenstränge und in die Hinterstränge ein, scheinen jedoch nicht alle sich zu kreuzen, indem wenigstens bei einem guten Theil der Fasern der Hinterstränge, die zu den *Corp. restiformia* werden, eine solche nicht nachzuweisen war. Was diese Fasern bedeuten, bleibt zweifelhaft, dagegen können auf jeden Fall die anderen Fasern der Hinterstränge und die des hinteren Abschnittes der

Seitenstränge, welche theils in der grauen Commissur, theils auch vielleicht in den Pyramiden sich decussiren, als vorzüglich der bewussten Empfindung dienend und zu den Ganglien des grossen Hirns aufsteigend betrachtet werden.

Noch kann Einiges über die Vertheilung der sensiblen und motorischen Fasern im Marke bemerkt werden. Von der weissen Substanz stehen die Vorderstränge sicherlich nur mit den vordern Wurzeln, die Hinterstränge mit den sensiblen in Verbindung und müssen den Resultaten der mikroskopischen Untersuchung zufolge die letzteren rein sensibel und die ersteren nur motorisch sein, was mit den Resultaten der genauesten Experimentatoren vollkommen übereinstimmt (man vergleiche *Volkmann* l. c. pg. 552, *Eigenbrodt* pg. 25 ff.). Was die Seitenstränge anlangt, so ergibt das Mikroskop, dass dieselben vorn in die vorderen, hinten in die sensiblen Wurzeln übergehen, mithin gemischter Natur sind. Eine Abgrenzung ihrer motorischen und sensiblen Elemente findet sich jedoch nicht und es kann daher nicht mehr gesagt werden, als dass ihre vordere Hälfte vorzugsweise motorisch, ihre hintere besonders sensibel ist. Die viel besprochene Frage, ob auch die graue Substanz leite, kann nach dem, was ich sah, dahin beantwortet werden, dass dieselbe ganz sicher leitet, insofern als sie sehr viele Nervenfasern enthält. Namentlich möchte es auch nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass bei jeder willkürlichen Bewegung und bewussten Empfindung die Leitung auch durch sie hindurchgeht, weil die motorischen und sensiblen Wurzeln ohne Ausnahme durch sie hindurchtreten, bevor sie an ihre respectiven weissen Stränge sich anschliessen. Dem zufolge möchte wohl auch Reizung der grauen Commissur und des hinteren Hornes Schmerz, solche der Enden der vorderen Hörner Bewegung verursachen, wofür in der That schon einige Andeutungen vorliegen (siehe *Eigenbrodt* pg. 38 u. 39).

So gut als die Functionen des Markes als Leitungsorgan bei der Annahme eines cerebralen Ursprunges der meisten peripherischen Nervenfasern sich erklären lassen, so auch die eines Centralorganes. Bei den höheren Wirbelthieren kennen wir mit Sicherheit nur eine Art von Functionen, welche vom Rückenmark abhängen, nämlich die Reflexerscheinungen, indem die bisher auch hier erwähnte Vermittlung des Muskeltonus, der, wie wir oben beim Muskelsysteme sahen, gar nicht existirt, für uns wegfällt und directe Einflüsse des Markes auf die vom Sympathicus versorgten Theile wenigstens nicht feststehen. Was die Reflexerscheinungen anlangt, so darf es als sicher angesehen werden, dass dieselben nur durch die graue Substanz vermittelt werden und nicht nothwendig an die Continuität der Fasern gebunden sind, indem dieselben auch zwischen ganz entfernten Theilen zu Stande kommen, ferner dass dieselben alle peripherischen Nerven betreffen und nicht blos zwischen sensiblen und motorischen Fasern, sondern auch zwischen sensiblen allein und vielleicht auch motorischen allein sich finden. Die Erklärung dieser Erscheinungen ist noch von Niemand gegeben worden und es bleibt auf jeden Fall in dieser Frage ein weiter Spielraum. Was mich betrifft, so sehe ich mit *Volkmann* durchaus keinen Grund ein besonderes System von peripherischen Fasern für dieselben zu statuiren und finde nicht das geringste Hinderniss für die Annahme, dass

dieselben von den auch dem Willen und Bewusstsein dienenden Nervenfasern abhängig sind. Wenn man bedenkt, dass 1) alle Fasern der Wurzeln, bevor sie an die longitudinalen Röhren der weissen Stränge sich anschliessen, ohne Ausnahme durch graue Substanz hindurchtreten, 2) dass die Elemente der grauen Substanz alle mit weitreichenden Fortsätzen versehen sind, 3) endlich, dass höchst wahrscheinlich in der grauen Substanz besondere feine Nervenfasern mit longitudinalem und transversalem Verlauf vorkommen, so fällt es nicht schwer, eine Hypothese aufzustellen, welche mindestens eben so gut als die vorhandenen die Erscheinungen erklärt. Ich denke mir, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen und in der Mehrzahl der Fälle die Leitung in den sensiblen und motorischen Fasern, dem continuirlichen Verlaufe derselben folgend, auf dem nächsten Wege zwischen Hirn und peripherischen Organen sich macht, ganz ungestört durch die graue Substanz, dass aber unter besonderen Verhältnissen, d. h. bei eigenthümlichen Reizen oder einer ungewöhnlichen Stimmung des Hirnes oder des Markes selbst von diesem dem Faserverlauf folgenden Gange abgewichen wird und in der grauen Substanz sogenannte Querleitung, d. h. Uebertragung der Zustände sensibler und motorischer Fasern an graue Substanz sich einstellt, welche dann ihrerseits wiederum dieselben weiter mittheilt und je nach dem Bewegungen oder Sensationen veranlasst. Diese Erklärung stimmt mit der von *Volkmann* gegebenen in sehr Vielem überein und ich bemerke noch namentlich, dass ich Alles, was dieser vorzügliche Kenner der Nervenverrichtungen über die Momente, welche das Zustandekommen einer Querleitung bedingen, vorbringt (l. c. pg. 532 flgde.), vollkommen unterschreibe. Worin wir abweichen, ist, dass während *Volkmann* die Längenleitung durch zwei getrennte Fasersysteme zu Stande kommen lässt und die Querleitung durch das eine derselben, das im Mark entspringe und seine Zustände der grauen Substanz mittheilen könne, erklärt, ich für die erstere continuirliche, von den peripherischen Nerven zum Gehirn aufsteigende Fasern habe, und die Querleitung von einer Uebertragung der Zustände eben derselben Fasern an die graue Substanz abhängig mache. Es kann sich nun natürlich nicht darum handeln, welche dieser beiden Theorien die richtige ist, da von einer Gewissheit in diesem Gebiete keine Rede ist, nur das kommt in Frage, wie dieselben zu den anatomischen Thatsachen stehen und ob sie die physiologischen Verhältnisse passend und genügend erklären. Ersteres anlangend, so stütze ich, wie man weiss, meine Annahme auf bestimmte anatomische Thatsachen, welche der *Volkmann*'schen Hypothese direct entgegenstehen und was das Zweite betrifft, so möchte kaum zu läugnen sein, dass meine Theorie Alles leistet, was man verlangen kann. Erstens bietet dieselbe für die Functionen, die anerkanntermaassen am leichtesten zu Stande kommen, nämlich für die willkürliche Bewegung und bewusste Empfindung einen ganz continuirlichen Faserverlauf, in welchem die Leitung in der günstigsten Richtung, d. h. der Länge nach, geschieht. Für die seltener auftretenden Functionen eröffnet dieselbe einen schwierigeren Weg, den der Querleitung, der Erregung neuer Elemente und der Ausbreitung der Erregung durch eine grössere oder geringere Zahl nicht direct verknüpfter Bahnen. Die Möglichkeit einer Querleitung und einer Leitung durch nicht continuirliche

Elemente ist nicht zu bezweifeln, wie denn auch *Volkmann* in der That als Vertheidiger beider auftritt und ich halte es deswegen nicht für nöthig, Weiteres zur Stütze meiner Anschauungsweise beizufügen.

Frägt man nach Feststellung dieser allgemeinen Verhältnisse nach den Einzelnheiten beim Zustandekommen der Reflexerscheinungen, so überzeugt man sich gleich, dass eine Antwort nur bei fast gänzlichem Verlassen des thatsächlichen Bodens möglich ist, aus welchem Grunde auch folgende kurze Auseinandersetzung hinreicht. Die graue Substanz hat als besondere Elemente Zellen mit sehr weitreichenden, nach directer Beobachtung fast $1/4'''$ langen, vielleicht noch weit längeren verästelten Fortsätzen, ferner feine Nervenfasern. Es kann kaum bezweifelt werden, dass die ersteren bei den Reflexerscheinungen vorzüglich ihre Hand im Spiele haben, wenn man sieht, wie dieselben von den longitudinalen Markfasern durchsetzt werden, bevor dieselben als Wurzeln der Nerven austreten. Namentlich sind gewisse Gruppen derselben sehr augenfällig gelagert, nämlich 1) die zwei Gruppen grosser Zellen in den vorderen Hörnern, durch welche durch die eine die Fasern der Vorderstränge nach ihrer Kreuzung in der vorderen Commissur, durch die andere äussere die in den Pyramiden gekreuzten Röhren des motorischen Theiles der Seitenstränge hindurchgehen und 2) die Zellen der *Substantia gelatinosa*, durch welche alle Fasern der sensiblen Wurzeln ohne Ausnahme verlaufen. Die Annahme, dass die letzteren vorzüglich mit der Ausbreitung der Zustände der sensiblen Nerven im Marke, die ersteren mit der Erregung der motorischen Fasern der Nerven vom Marke aus betraut sind, wird wohl kaum abzuweisen sein. Da ferner eine continuirliche Reihe von Zellen und ihren Fortsätzen horizontal von den Spitzen der hinteren Hörner bis zu den Enden der vorderen sich hinzieht, und ebenso die Nervenzellen auch in der Längenrichtung, sowohl in den hinteren als in den vorderen Hörnern ohne Unterbrechung aufeinanderfolgen, endlich auch im Centrum der grauen Substanz zwischen beiden Hälften derselben solche Zellen in grosser Menge sich finden, so können, vorausgesetzt, dass die Nervenzellen wirklich bei den Reflexerscheinungen die Hauptrolle spielen, auch die Uebertragungen der Zustände sensibler Fasern an motorische der entsprechenden oder der gegenüberliegenden Seite, die Sympathien sensibler Fasern in verschiedenen Regionen des Markes und die Synergien grosser Mengen motorischer Fasern gedeutet werden. Auch dass diese wechselseitigen Erregungen zwischen nahe liegenden Fasern und Fasergruppen leichter sich machen als zwischen entfernteren, leichter auf derselben Seite als zwischen verschiedenen Seiten, ist den anatomischen Verhältnissen zufolge leicht erklärlich, und ebenfalls keine Schwierigkeiten macht es, dass die vom Rückenmark aus entstehenden Bewegungen complicirte und oft scheinbar zweckmässige sind, denn auch diese begreifen sich unter der Voraussetzung, dass die motorischen Wurzeln, indem sie durch die graue Substanz ziehen, in bestimmter Weise gruppirt sind, so dass z. B. Flexoren und Extensoren der einzelnen Gliederabschnitte nur in ganz bestimmter Weise zusammenwirken können, eine Voraussetzung, die gewiss bei der Annahme eines cerebralen Ursprunges der peripherischen Nerven ebenso gut sich machen lässt, als wenn man den Ursprung derselben im Marke statuirt. So liesse sich noch an manchen Einzelnheiten

zeigen, dass die von mir aufgestellte Theorie nicht weniger leistet als andere, doch mag das Bemerkte genügen und will ich es einem anderen Gebiete überlassen, weiter auf solche Verhältnisse einzugehen.

Ich habe im Vorigen den Nervenzellen und ihren Fortsätzen die Hauptrolle bei den Reflexerscheinungen zugeschrieben, in welchem Falle die letzteren natürlich wie Nervenröhren (jedoch vielleicht ohne an eine bestimmte centrifugale oder centripetale Richtung der Thätigkeit gebunden zu sein) wirken müssten. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass nicht auch die feinen Nervenfasern, die wahrscheinlich dem Marke eigenthümlich angehören, in gleicher Weise bei denselben sich betheiligen. Etwas gewisseres wird sich jedoch nicht aussagen lassen, da wir ja noch durchaus nicht wissen, wo diese Fasern herkommen, ob von den Fortsätzen der Nervenzellen des Markes selbst, oder vielleicht von entfernteren Orten her (*Med. oblongata* z. B.); es muss daher jedem überlassen bleiben, ob er dieselben mit *Todd-Bowman* als Commissurenfasern zur directen Verbindung entfernterer Markgegenden in der Längsrichtung oder auch der Quere nach ansehen will oder nicht.

Schliesslich mag noch bemerkt werden, dass, wenn auch dem Rückenmark noch andere Functionen zukämen als die eben besprochenen, die von mir vertheidigte Ansicht vom Faserverlauf in demselben dennoch vollkommen ausreichen würde. Ich habe hier erstens die Lymphherzen der Amphibien im Auge, dann den bei glatten Muskeln (*Sphincter ani internus, Sph. vesicae* z. B.) allerdings vorkommenden Tonus, endlich die scheinbar willkürlichen Bewegungen, die bei geköpften Thieren noch sich zeigen, die Fähigkeit derselben gewisse angenommene Stellungen längere Zeit zu behaupten. Alle diese Erscheinungen lassen sich füglich aus einer selbständigen Einwirkung der grauen Substanz auf die sie durchsetzenden Nervenfasern erklären und braucht man auf keinen Fall zu einem Ursprung von peripherischen Nerven im Marke selbst seine Zuflucht zu nehmen. Hiermit soll jedoch nicht behauptet werden, dass solche Ursprünge nicht vorkommen, um so weniger, da die Mikroskopie nicht im Stande ist, gar alle peripherischen Nervenfasern aufwärts zu verfolgen, und ich habe daher nicht das Geringste einzuwenden, wenn *Volkmann* es für sehr wahrscheinlich hält, dass bei Fröschen die Nerven der Lymphherzen aus dem Marke selbst stammen, besonders da ich, wenn auch nicht beim Menschen, doch bei Fröschen den Ursprung von Nervenfasern im Marke direct beobachtet zu haben glaube.

Ich habe bisher der pathologischen Verhältnisse des Nervensystemes nicht gedacht und thue es hier nur noch, um anzuführen, dass dieselben der Hypothese des cerebralen Ursprunges der meisten peripherischen Nervenröhren durchaus nicht entgegenstehen. Wenn auch die motorischen und sensiblen Fasern direct bis zu den Ganglien des Hirnes aufsteigen, so ist damit nicht gesagt, dass, wenn z. B. im Streifenhügel ein Bluterguss sich findet, die Einwirkungen der grauen Substanz des Markes auf die sie durchsetzenden Nervenwurzeln nicht mehr stattfinden können. In einem solchen Falle ist oft der Willensact ganz ungestört, weil die Hemisphären des grossen Hirns gesund sind, allein der Wille richtet nichts aus, denn der Streifenhügel, in dem der Willensantrieb erst in die Erregung

einer motorischen Faser umgesetzt wird, ist krank, und es ist eine Lähmung der ganzen einen Körperhälfte vorhanden; nichts destoweniger sind die Nerven der gelähmten Extremität noch reizbar und können in derselben noch Reflexbewegungen entstehen, denn das Rückenmark ist gesund und ebenso der ganze Theil der motorischen und sensiblen Elemente, welcher unterhalb des Hirnes liegt. Wenn *Volkmann* es für sehr unwahrscheinlich hält, dass ein Stück einer Nervenfaser für sich allein erkranken könne, ohne den Rest in Mitleidenschaft zu ziehen, so kann ich nicht übereinstimmen. Warum sollte auch die Function einer Nervenfaser im Mark sich verändern, wenn sie bei ihrem Ursprung im Gehirn, durch Druck, Durchschneidung etc., zur Verrichtung untauglich geworden oder gänzlich zerstört ist? So etwas könnte nur dann behauptet werden, wenn man der Hypothese vom Geladenwerden der Nerven von den Centralorganen folgte, welche ja *Volkmann* selbst (pg. 491) aus allen Kräften bekämpft, und selbst dann nicht einmal mit Recht, indem ja die Nerven in dem angegebenen Falle immer noch mit einem Centralorgane, dem Mark, in Verbindung bleiben.

§. 117.

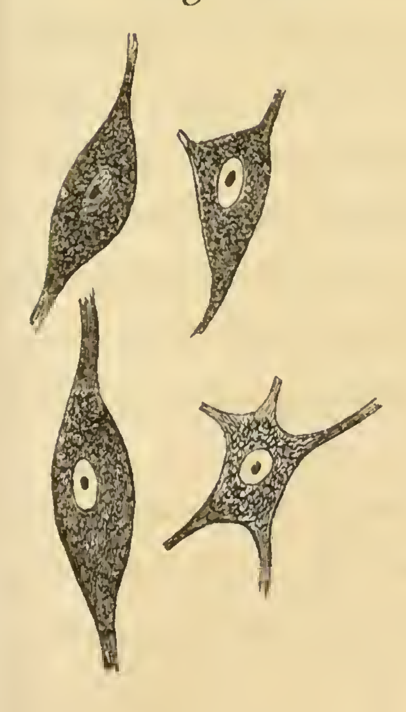
Verlängertes Mark und kleines Gehirn. Das kleine Gehirn, *Cerebellum*, zeigt in Bezug auf die Vertheilung der Elementartheile ziemlich einfache Verhältnisse, indem graue Substanz nur an der Oberfläche der Windungen, im *Nucleus dentatus* und an der Decke des *Ventriculus quartus* sich findet, alles übrige aus weisser Substanz besteht. Sehen wir vorläufig von den Faserungsverhältnissen ab, so zeigt sich, dass die letztere durchweg und einzig und allein aus parallel verlaufenden, wahrscheinlich unverästelten, dunkelrandigen Nervenröhren gebildet wird, welche alle Charactere centraler Röhren (Zartheit, leichtes Varicöswerden, leichte Isolirbarkeit des Axencylinders u. s. w.) besitzen, an fast allen Orten, soviel sich ermitteln lässt, sich wesentlich gleich verhalten und einen Durchmesser von 0,0012—0,004''' in den Extremen, von 0,002''' im Mittel darbieten. Die graue Substanz zeigt sich erstens ganz spärlich an der Decke des *Ventriculus quartus* über dem *Velum medullare inferius* in Gestalt grosser, in die weisse Substanz eingestreuter und von einem scharfen Auge ohne weiteres zu erkennender, brauner Nervenzellen. Ich nenne diese Lage *Substantia ferruginea superior*, weil sie, obschon viel weniger entwickelt, doch in ihren Elementen fast ganz an die bekannte rostfarbene Substanz am Boden des *Ventriculus quartus* sich anschliesst. Ihre Zellen (Fig. 132.) messen von 0,02—0,03''', sind meist spindelförmig und in zwei Fortsätze auslaufend, fast alle intensiv und feinkörnig pigmentirt und mit grossem deutlichem Kern und Kernkörper. Dieselben lagern ohne weitere Elemente grauer Substanz (Körner, Kerne) vereinzelt und nicht besonders

Fig. 132.



nahe beisammen über eine Fläche von 5 — 6 □‴ und darüber zerstreut, in den oberflächlichsten Lagen der hier befindlichen weissen Substanz und ziehen mit ihren 0,002—0,004‴ und darüber starken Fortsätzen, die, wie anderwärts vielfach sich verästelnd, über grosse Flächen sich ausbreiten, mitten durch die hier auch mitunter sehr dicken (bis zu 0,008‴) Nervenröhren, ohne mit diesen in wahrnehmbare Verbindung zu treten. Eine zweite grössere Ansammlung von grauer Substanz enthält der *Nucleus dentatus* (Fig. 133). Die grauröthliche Lamelle desselben zeigt, abgesehen von vielen feinern Nervenfasern, eine bedeutende Zahl von gelblich pigmentirten Nervenzellen. Dieselben sind von mittlerer Grösse (0,008—0,016‴), mit Kernen von 0,004—0,005‴ u. Kernchen von 0,0008 – 0,0012‴, haben zwei, drei bis fünf blasse Fortsätze und stehen allem Anscheine nach in keiner Verbindung mit den erwähnten, die grauröthliche Lamelle nur durchsetzenden, aus dem weissen Kern des *Nucleus dentatus* in die Markmasse der Hemisphäre übergehenden Nervenfasern, zwischen denen sie nicht in grösseren Gruppen, sondern mehr isolirt, jedoch ziemlich nahe beisammen sich finden.

Fig. 133.



Verwickelter als die bisher beschriebenen sind die Verhältnisse der grauen Substanz an der Oberfläche der Windungen des kleinen Hirns (Taf. IV. Fig. 4). Dieselbe besteht bekanntlich überall aus einer inneren rostfarbenen und einer äusseren grauen Schicht, welche, mit Ausnahme der Furchen, in denen die innere Schicht meist stärker ist, so ziemlich dieselbe, jedoch nicht überall gleiche Mächtigkeit besitzen.

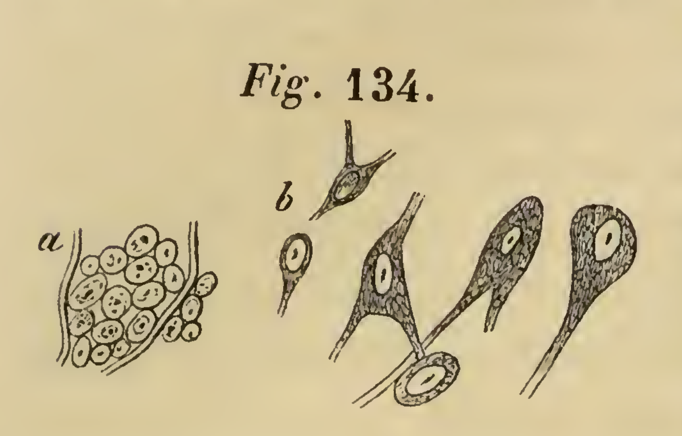
Die innere rostfarbene Schicht (Taf. IV. Fig. 4 *B*) besteht aus Nervenfasern und grossen Massen freier Kerne. Die ersteren stammen ohne Ausnahme aus der weissen Substanz und treten im Allgemeinen einander parallel, jedoch in jeder Windung auf dem Querschnitt leicht pinselförmig sich ausbreitend, geraden Weges von innen her in die rostfarbene Schicht ein. In dieser verlaufen sie ebenfalls noch von innen nach aussen bis zur grauen Schicht, lösen sich jedoch in viele, meist feine

Fig. 132. Zellen der *Substantia ferruginea superior* des Menschen, 350 mal vergr.

Fig. 133. Zellen des *Nucleus dentatus cerebelli* des Menschen, 350 mal vergr.

Bündel auf, die vielfach mit einander sich verflechten, so dass die ganze rostfarbene Schicht von einem dichten, aber zarten Maschenwerk von Nervenfasern durchzogen wird, das an die Endplexus in peripherischen Theilen, z. B. im Acusticus, in den Haarbälgen der Tasthaare u. s. w. erinnert. In den Maschenräumen dieser Nervenfasern liegen in ungeheurer Menge dunkle, runde, von *Purkinje* zuerst gesehene Körperchen von 0,002—0,004‴, im Mittel 0,003‴ Grösse, welche sicherlich nichts anderes als freie Zellenkerne sind, auch sehr häufig einen deutlichen Nucleolus und nicht selten noch andere Körnchen zeigen. Ausser diesen Kernen, die *Hannover* (pg. 24) ohne Grund vermuthungsweise in Zellen befindlich sich denkt und den Nervenröhren, die beide einander nur juxtaponirt sind und nicht im geringsten directen Zusammenhange stehen, enthält die rostfarbene Schicht keine weiteren Elemente, wenigstens habe ich die von *Todd-Bowman* (I. pg. 273) erwähnten Nervenzellen an ihrer innern Grenze nicht finden können und auch hier, jedoch gegen die reine weisse Substanz nicht scharf abgegrenzt, nichts als Kernmassen gesehen.

Fig. 134.

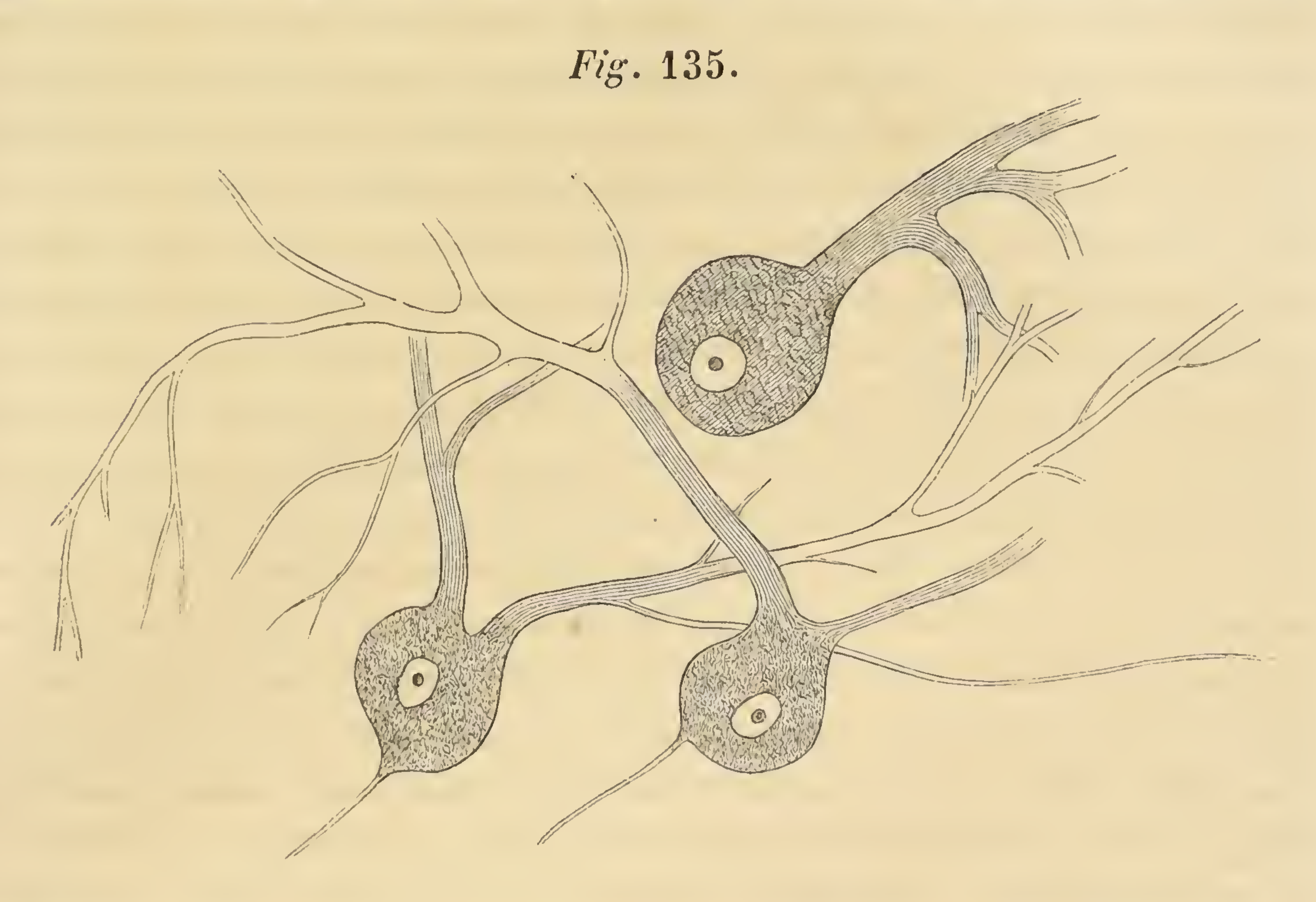


Indem die Nervenfasern der weissen Substanz durch die rostfarbene Schicht hindurchziehen, verdünnen sie sich nach und nach die meisten bis zu einem Durchmesser von 0,0012‴ und treten dann so verfeinert in die äussere, graue Schicht der Rinde ein. Diese (Taf. IV. Fig. 4. *C*) besteht, obschon dem äusseren Ansehen nach überall ganz gleich, aus zwei, jedoch nicht scharf abgegrenzten Lagen, von denen die innere Nervenfasern und sehr ausgezeichnete grosse Nervenzellen enthält, die äussere dagegen nur eine feinkörnige, blasse, leichtgelbliche Substanz, die überhaupt durch diese ganze graue Schicht verbreitet ist und kleine Nervenzellen führt. Die körnige Substanz stimmt chemisch, morphologisch und physikalisch ganz mit dem oben schon beschriebenen Inhalte der Nervenzellen überein, ist zähe, elastisch, in Essigsäure dunkler, in Natron heller werdend und in letzterem grösstentheils sich lösend, und erscheint am reinsten in der äusseren Hälfte der grauen Schicht, namentlich zunächst an der *Pia mater*. Die kleinen Nervenzellen (Fig. 134. *b*) sind im Ganzen genommen sehr spärlich und undeutlich. Sie finden sich durch die ganze graue Schicht vereinzelt von 0,004—0,008‴ Grösse, häufiger

Fig. 134. Aus der grauen Substanz der Windungen des kleinen Gehirnes des Menschen, 350 mal vergr. *a.* Kerne der rostfarbenen Schicht mit zwei Nervenröhren, *b.* kleine Zellen der äusseren grauen Lage.

gegen die rostfarbene Schicht zu als weiter aussen und zeigen bei gelungener Präparation, namentlich an Chromsäurepräparaten meist mehrere zarte Fortsätze, die sich jedoch nie weit verfolgen lassen und häufig dicht an den Zellen abgerissen sind. Ausserdem kommen mit diesen Zellen ebenfalls noch hie und da, im Ganzen spärlich, Kerne von 0,002—0,0048‴ vor, die allem Anscheine nach ganz frei sind, indem sie auch bei der vorsichtigsten Präparation sich finden. — Ganz verschieden von diesen kleineren Elementen und in fast allen Beziehungen sehr eigenthümlich sind die grossen, von *Purkinje* (l. c.) entdeckten Zellen der grauen Schicht (Fig. 135. Taf. IV. Fig. 4. *i*). Dieselben finden sich

Fig. 135.



nur in den innersten Theilen der grauen Schicht an der Grenze der rostfarbenen Lage, nicht selten, wenigstens einzelne von ihnen, noch theilweise in die Kerne derselben eingebettet und haben lange und vielfach verästelte, namentlich gegen die äussere Oberfläche der Windungen hingerichtete Fortsätze. Alle diese Zellen sind von ziemlich gleichmässiger Grösse (0,016—0,03‴) mit deutlicheren Membranen als andere centrale Zellen, mit Kernen von 0,005—0,006‴, Kernkörperchen von 0,0016‴; ihre Gestalt ist meist kugelig oder birn- und eiförmig, seltener spindelförmig und ihr fast ohne Ausnahme blasser und fein granulirter, kaum jemals dunkler pigmentirter und grobkörniger Inhalt, stimmt chemisch mit dem anderer Nervenzellen ganz überein und

Fig. 135. Grosse Zellen der grauen Schicht der Rinde des kleinen Hirnes des Menschen, 350 mal vergr.

quillt namentlich in Natron sehr auf, so dass die Zellen um ¼ an Grösse zunehmen und theilweise sich lösen. Die an allen Zellen vorhandenen Fortsätze finden sich meist zu zweien oder dreien, seltener nur zu einem oder vieren und gehen fast ohne Ausnahme, wenigstens die stärkeren von den der rostfarbenen Schicht abgewendeten Seiten der Zellen aus. Dieselben sind an ihrem Ursprunge fast alle sehr stark, selbst von 0,007 ja 0,008‴, und äusserst feinkörnig oder sehr zartstreifig; im weiteren Verlaufe werden sie mehr homogen und verästeln sich zugleich aufs mannigfachste und zierlichste, so dass schliesslich aus jedem Fortsatze ein grosser Büschel ganz feiner Fäserchen, von einem Durchmesser von kaum 0,0002‴ die feinsten, entsteht. Hierbei dringen sie einem Theile nach mehr horizontal in die graue Schicht hinein, die meisten ziehen jedoch gerade nach aussen und scheinen sich bis nahe an die äussere Oberfläche der grauen Schicht zu erstrecken. Dass sie sehr weit reichen, ist sicher, denn ich habe an Chromsäurepräparaten welche von 0,15 — 0,2‴ isolirt, die noch nicht die feinsten Durchmesser besassen und an gut gelungenen senkrechten Schnitten durch die Rinde der Windungen sieht man ihre Hauptäste als parallele, leicht wellig verlaufende Fasern, eine unweit von der andern, über mehr als ⅔, selbst ¾ der grauen Schicht sich erstrecken und ein eigenthümliches streifiges Ansehen derselben bewirken, das schon von *Remak* (*Müll. Arch.* 1841, pg. 514) beobachtet und vermuthungsweise von grauen Fasern hergeleitet wurde. Indem die Hauptverlängerungen der Fortsätze in genannter Weise die graue Schicht durchziehen, geben sie unter spitzen oder rechten Winkeln ihre Aeste ab, durch welche dann nicht selten eine mit der erwähnten Streifung unter einem grösseren oder kleineren Winkel sich kreuzende zweite entsteht, die *Remak* ebenfalls bemerkte. Wie die Fortsätze dieser Zellen enden, ob sie in Nervenfasern übergehen oder nicht, vermag ich nicht zu sagen. So viel ist sicher, dass sie schliesslich alle ungemein fein werden, dagegen kann ich nicht behaupten, dass sie wirklich enden, vorausgesetzt, dass man einzelne ganz kurze Zacken oder Spitzchen, die im Verlaufe der grössten Aeste hie und da sich finden und ihnen das Ansehen eines Dornenstockes geben, ausnimmt. Die Lagerung dieser grossen Zellen anlangend kann noch bemerkt werden, dass sie keineswegs regelmässig alternirend in zwei Reihen stehen, wie angegeben wird, sondern in 1 bis 4 Reihen, und nur darin ein Gesetz erkennen lassen, dass ihre spitzeren Enden mit den stärksten Fortsätzen nach aussen stehen, während ein meist vorhandener dünner Ausläufer gerade nach der rostfarbenen Lage hingerichtet ist.

In dem innersten Theile der grauen Schicht, zwischen den grossen Zellen, finden sich nun auch noch Nervenfasern, die jedoch wegen

ihrer Zartheit und leichten Zerstörbarkeit sehr schwer zu verfolgen sind. Dieselben kommen aus der rostfarbenen Schicht und verbreiten sich unter fortgesetzter Plexusbildung in dem inneren Drittheil der grauen Lage zwischen den grossen Zellen und ihren Fortsätzen; wie dieselben enden, habe ich nicht gesehen. Alles was ich beobachtete, ist 1) dass dieselben immer feiner und blasser werden, indem sie von ihrer anfänglichen Dicke von 0,0012''' schliesslich bis zu der von 0,0006''' und 0,0004''' heruntergehen und ihre dunklen Contouren mit immer blasseren vertauschen, 2) dass sie bestimmt keine Endschlingen bilden, wie sie *Valentin* und *Hyrtl*, die vielleicht feine Plexus für solche nahmen, gesehen zu haben glauben, sondern schliesslich einzeln und mehr gerade verlaufend und fast so blass wie Fortsätze von Nervenzellen an der Grenze des inneren Drittheiles der grauen Schicht gegen das mittlere sich verlieren.

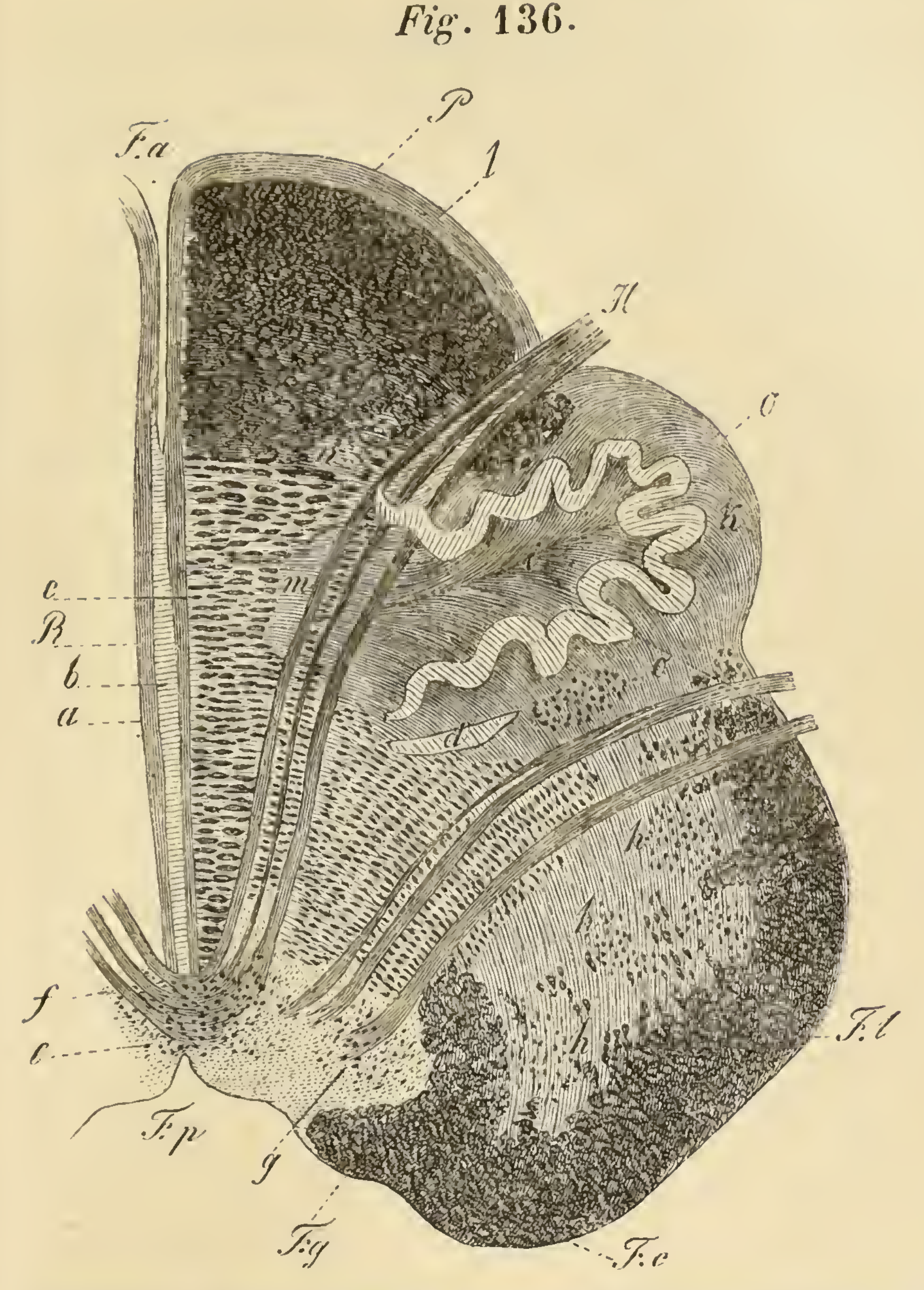
Das kleine Gehirn steht jederseits durch zwei grosse Fasermassen mit den benachbarten Hirntheilen in Verbindung und bildet durch ein drittes Paar eine Vereinigung seiner zwei Seitenhälften. Alle diese *Crura cerebelli* bestehen aus nichts als aus parallel verlaufenden Nervenröhren ohne Beimengung von grauer Substanz, entsprechend denen der Markmasse des kleinen Gehirnes selbst, aus welcher sie auch hervorgehen. Die *Pedunculi cerebelli* oder *Crura ad medullam oblongatam* gehen hinten und aussen aus seiner Markmasse hervor und verlieren sich in den *Corpora restiformia* der *Medulla oblongata*, wie weiter unten angegeben werden soll. Die *Crura ad pontem* umfassen die Verlängerung der *Medulla oblongata* mit einer oberflächlichen und einer inneren Faserlage, und bilden die meisten Querfasern des *Pons*. Die Schenkel zu den Vierhügeln endlich gehen, wie schon *Arnold* und neulich auch *Stilling* mit Recht bemerken, nicht zu diesen, sondern zu den *Thalami optici*, erleiden jedoch vorher noch eine nach *Stilling*'s Angaben vollständige Kreuzung, so dass der linke Schenkel in den rechten Sehhügel, der rechte in den linken eintritt.

Das verlängerte Mark und der *Pons Varoli* gehören zu den complicirtesten Theilen des centralen Nervensystems und enthalten weisse und graue Substanz auf sehr verschiedenartige Weise durcheinander gemengt. Die weisse Substanz ist zum Theil eine Fortsetzung derjenigen des Markes, zum Theil eine neu auftretende, und verhält sich folgendermaassen. Die Vorderstränge des Rückenmarkes weichen am Anfange des verlängerten Markes auseinander und lassen die sich kreuzenden Bündel der Pyramiden hervortreten. Im weiteren Verlaufe schliessen sich dieselben mit einem kleineren Bündel den Pyramiden an und bilden den äusseren Theil derselben, während ihre Hauptmasse, die Oliven innen

und aussen umfassend, daher sie auch Olivarstränge heissen, seitwärts tritt und dann in zwei Bündel getheilt über der zweiten Querfaserschicht durch den *Pons* zieht. Das eine dieser Bündel ist die Schleife, *Laqueus*, die über die *Cr. cerebelli ad cerebrum* herüber sich legend in die hintern Vierhügel eingeht und innerhalb derselben mit dem entsprechenden Bündel der andern Seite zusammenstösst. Das zweite Bündel liegt nach aussen und unten von den oberen Schenkeln des *Cerebellum* und geht in die Haube (*Tegmentum*) der Hirnstiele ein. Ausserdem geben die Olivarstränge, resp. Vorderstränge des Markes, auch noch, wie es scheint, Fasern an den *Pedunculus cerebelli* ab. Die Seitenstränge des Rückenmarkes trennen sich am verlängerten Mark in drei Bündel. Das eine derselben geht in ziemlich gerader Richtung aufwärts in den *Fasciculus lateralis* des *Corpus restiforme* über und mit diesem grösstentheils in den Stiel des kleinen Gehirnes, einem kleinen Theile nach in die Haube ein; ein zweiter Theil dringt zwischen den auseinanderweichenden Vordersträngen nach vorn, kreuzt sich mit zwei bis drei Bündeln mit dem der andern Seite (*Decussatio pyramidum*) und bildet die Hauptmasse der Pyramiden; ein dritter endlich kommt zwischen den Hintersträngen durch am Boden der Rautengrube als *Eminentia teres* zum Vorschein. Diese letzteren setzen sich am Boden der Rautengrube nebeneinander liegend in die Haube der Hirnstiele fort, während die Pyramiden zwischen der ersten und zweiten Querfaserschicht der Brücke durchtretend in die Basis der Hirnstiele übertreten. Die Hinterstränge des Markes endlich bilden vorzüglich die *Fasciculi graciles* und *cuneati*, von denen die letzteren einem guten Theile nach in die *Pedunculi cerebelli* treten, mit dem Rest und den *Fasc. graciles*, nach aussen von den *Emin. teretes* gelegen, in die Decke der Hirnstiele sich verfolgen lassen. Alle diese Bündel bestehen, abgesehen von der grauen Substanz, aus parallel verlaufenden Nervenröhren von denselben Dimensionen wie die des Markes, nämlich von 0,001—0,004‴, selten mehr.

Ausser dieser weissen Substanz zeigt der *Pons* und die *Med. oblongata*, abgesehen von den Nervenwurzeln, noch andere, deren Erforschung ziemlich schwierig ist. Sehr augenfällig ist ein System von meist horizontalen Fasern, von dem einzelne Abschnitte schon früheren Anatomen bekannt waren (vergl. *Arnold's Bemerkungen* pg. 20—22), das jedoch erst *Stilling* (*Med. obl.*) ziemlich vollständig beschrieben und abgebildet hat. Dasselbe besteht 1) aus den bekannten queren und bogenförmig verlaufenden Fasern aussen an den Pyramiden und Oliven, 2) aus geraden Fasern, die von vorn nach hinten mitten durch das verlängerte Mark ziehen und die sogenannte Nath, Raphe (*Stilling*),

Fig. 136.



bilden helfen, 3) endlich aus sehr vielen horizontal von dieser *Raphe* in die Seitenhälfte der *Medulla* ausgehenden Röhren mit mehr oder weniger gebogenem Verlauf. Diese letzteren, *Fibrae transversales internae*, beginnen hinter den Pyramiden und dringen, die vorderen als eine mächtige, durch platte kleine Bündel des Pyramiden- und Olivarstranges sehr zierlich unterbrochene Masse, von innen her in das *Corpus dentatum olivae* hinein und bilden für sich allein dessen weisse Substanz; dann setzen sie pinselförmig sich ausbreitend durch dessen graue Rinde hindurch und wenden sich schliesslich alle rückwärts gegen den *Fasciculus cuneatus* und *lateralis* hin. Hierbei beschreiben die Fasern grössere oder kleinere Bogen. Das letztere ist der Fall bei den aus dem hinteren Theil des Olivenkernes heraustretenden Röhren, die durch den Olivennebenkern (*Stilling*) und nach aussen von demselben befindliche grosszellige graue Substanz hindurch fast gerade rückwärts und nach aussen gehen, ersteres findet sich bei den vorderen Fasern, die zuerst zwischen den Pyramiden und dem Olivenkern hindurch nach vorn, und dann erst in einem starken Bogen oberflächlich um den letzteren herum rückwärts in die Seitenbündel ausstrahlen. Eine zweite

Fig. 136. Querschnitt durch das verlängerte Mark des Menschen, 15 mal vergr. *P.* Pyramide. *O.* Olive. *Fl.* Seitenstrang. *Fc.* Keilstrang. *Fg.* Zarter Strang. *H. Hypoglossus. V.* Vaguswurzeln. *Fa. Fissura anterior. Fp. Fissura posterior* am Boden der Rautengrube. *R. Raphe. a.* Längsfasern der *Raphe. b.* Mittlere graue Lage mit Querfasern. *c.* Ausstrahlung dieser Fasern in den Olivarstrang und die Olive. *d.* Olivennebenkern. *e.* Hypoglossuskern. *f.* Kreuzung des *Hypoglossus. g.* Vaguskern. *hhh.* Grössere Nervenzellen im strangförmigen Körper. *i.* Markmasse im Innern der Olive, zu den inneren queren Fasern gehörend. *k. Fibrae arciformes* aussen an der Olive. *l. Fibrae transversae* aussen an der Pyramide. *mno.* Graue Kerne in den Pyramiden und Olivarsträngen.

Abtheilung der *Fibrae transversales internae* geht hinter den Olivenkernen und ohne Verbindung mit denselben einfach von der Raphe aus durch den hinteren Theil der Olivarstränge und die *Eminentiae teretes* nach aussen und hinten ebenfalls in die strangförmigen Körper ein.

Alle diese Fasern gehören die meisten offenbar zusammen und scheinen mir, wie es auch *Stilling* vermuthet, von den strangförmigen Körpern und den *Pedunculi cerebelli* aus in die vorderen Abschnitte der *Medulla oblongata* überzugehen, wie dies auch von den oberflächlichen Fasern zum Theil schon angegeben wird (*Arnold* l. c. pg. 21). Ein Theil derselben zieht oberflächlich um Oliven und zum Theil auch um die Pyramiden herum (*Fibrae transversae*, *F. arciformes*, *Propons s. Ponticulus*) und dringt durch die vordere Längsspalte zwischen den Pyramiden in die *Raphe* ein, oder geht auch von einer Pyramide zur andern, ein anderer Theil durchsetzt das Inuere der Olivarstränge und vor allem die Olivenkerne selbst und verbindet sich ebenfalls mit der *Raphe*. Wie die Fasern hier sich verhalten, ist schwierig zu ermitteln. Nach einigen Autoren, *Valentin* (*Nervenlehre* pg. 267) und *Longet* (*Anat. et Phys. d. s. nerv*. I. pg. 382, Pl. III. Fig. 1) z. B., findet sich hier in der ganzen Länge der *Medulla oblongata* eine Durchkreuzung der Fasern, während nach *Stilling* die queren Fasern commissurenartig zusammenhängen. Nach dem was ich sah, stammen die geraden Fasern der *Raphe* einmal von den oberflächlichen Querfasern, die zwischen den Pyramiden rückwärts gehen und zweitens von einem Theile der innern Querfasern, der in der *Raphe* selbst die Richtung von vorn nach hinten annimmt. Eine Kreuzung dieser Fasern findet sich in der vordern Hälfte der Raphe bestimmt nicht; in der hintern sah ich ebenfalls nichts der Art, ausser an einigen mit der Raphe in Verbindung stehenden Nervenwurzeln, von denen noch die Rede sein wird. Die Mehrzahl der queren Fasern der *Raphe* steht mit den geraden Fasern derselben in keiner Verbindung und geht einfach von der einen Seite der *Medulla* zur andern über. — Die Elemente dieses sicherlich sehr wichtigen Fasersystemes sind die gewöhnlichen centralen Nervenröhren, die jedoch an verschiedenen Orten verschiedene Durchmesser zeigen. Die geraden Fasern der *Raphe* messen 0,003 — 0,006‴, ebenso die der *Fibrae transversales superficiales*. Die von der *Raphe* ausgehenden Querfasern betragen 0,001 — 0,006‴, haben jedoch vorwiegend feine Elemente und zwar um so mehr, je weiter sie gegen die Oliven oder die graue Substanz der strangförmigen Körper treten. In der weissen Substanz der Oliven messen die Röhren höchstens 0,002‴ und in der grauen Rinde derselben nur 0,0004 — 0,0016‴; im weiteren Verlauf nehmen dann die Röhren wieder zu und betragen in den

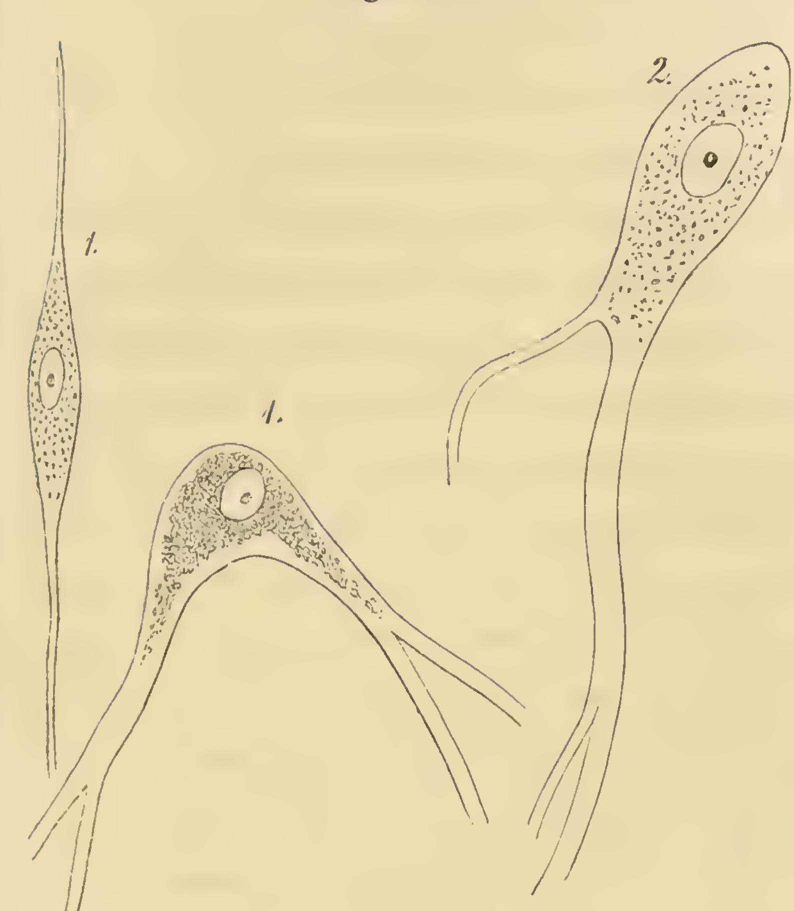
Corp. restiformia wieder bis 0,004‴ und mehr. — Nach *Stilling* enthält die *Raphe* auch von den feinsten Nervenzellen; ich sah viele der feinsten Nervenröhren in ihr, deren Zusammenhang mit andern nicht zu ermitteln war. — Was *Stilling Raphe* des *Pons* nennt, sind einzelne gerade Fasern der Mittellinie, die mit den Querfasern der Brücke zusammenhängen, jedoch lange nicht so entwickelt sind, wie am verlängerten Mark.

Ausser diesem Systeme von weisser Substanz nimmt *Stilling* noch zwei andere an, 1) die Pyramiden, die nach ihm in der *Medulla oblongata* entspringen und 2) die Grosshirnschenkelfasern des *Pons*, die von der Basis der *Crura cerebri* und dem *Cerebrum* aus aussen an den Pyramiden bis in das untere Drittheil des *Pons* herabgehen. — Dass die Pyramiden kein selbständiges Fasersystem, sondern die Fortsetzung der Seitenstränge des Markes sind, ist leicht zu zeigen und will ich darüber keine Worte verlieren, was dagegen die andern Fasern betrifft, so scheint mir *St.* wenigstens insofern Recht zu haben, als die Basis der Grosshirnschenkel offenbar bedeutend mehr Fasern enthält als die Pyramiden, von denen man gewöhnlich annimmt, dass sie allein in dieselben sich fortsetzen. Allein hieraus folgt noch nicht, dass hier ein besonderes Fasersystem vorliegt, indem die Verstärkung nach oben auch von Fasern, die von unten her an die Pyramiden sich anschliessen, gegeben sein kann. Nach *Arnold* (*Bemerk.* pg. 54, *Tab. anat. Fasc. I.* Taf. *IX.* Fig. 5) gehen in der That auch Theile der hinteren Längsfasern der Brücke in die Basis der Hirnstiele ein und nach *Valentin* (*Nervenl.* pg. 267, 276) schliessen sich auch von den queren Fasern der Brücke manche an die Pyramidenfasern an und tragen wesentlich zur Verstärkung derselben bei, eine Angabe, die ich bestätigen kann.

Die graue Substanz findet sich am verlängerten Mark besonders an drei Stellen in grösserer Menge angesammelt, nämlich in den Oliven, den strangförmigen Körpern und am Boden der Rautengrube. 1) Die graue Substanz der Oliven bildet ein in bekannter Weise gefaltetes Blatt, so dass eine mit Ausnahme der innern Seite ganz geschlossene Kapsel entsteht, die, wenn sie auch die Stelle der vordern Hörner des Rückenmarks einnimmt, doch mit denselben, obschon sie nahe an ihr unteres Ende herangehen, in keiner directen Verbindung steht, auch sonst von aller übrigen grauen Substanz isolirt zu sein scheint. In derselben finden sich, ausser den sehr zahlreichen, meist gerade hindurchsetzenden Nervenfasern des queren Fasersystemes, sehr viele kleinere Nervenzellen von 0,008 — 0,012‴ Durchmesser und rundlicher Gestalt, mit 3 bis 5 verästelten Fortsätzen und gelblichen, die Farbe der Oliven

bedingenden Körnchen als Inhalt. Von einem Zusammenhange dieser Zellen und der sie durchsetzenden Fasern hat mir auch die aufmerksamste Beobachtung nichts ergeben. — In der Höhe der zwei oberen Drittheile der Oliven liegt hinter denselben und ganz isolirt von ihnen der von *Stilling* sogenannte Olivennebenkern als ein platter, gelblicher Streif von genau derselben Bildung wie die graue Substanz der Olive und ebenfalls von horizontalen Nervenfasern und zwar solchen, die grösstentheils schon durch die Olive hindurchgegangen sind, durchsetzt. 2) In den strangförmigen Körpern tritt die graue Substanz (*Corpus s. Nucleus cinereus*) als eine nicht scharf abgegrenzte und mit sehr vielen Nervenfasern untermischte längliche Masse auf, die besonders den *Fasciculus lateralis* einnimmt, aber auch in die Keil- und zarten Stränge sich fortsetzt. Dieselbe kann als Fortsetzung der hintern Hörner des Markes bezeichnet werden, und zeigt selbst noch, wie *Stilling* richtig angibt, eine Andeutung von der gelatinösen Substanz derselben, von der hier noch bemerkt werden kann, dass sie in den obersten Theilen des Markes bis zum Anfang der Pyramidenkreuzung ganz auffallend entwickelt ist und, wie *Stilling* getreu abbildet (*Med. obl.* Taf. IV.), eine ganz seitliche Lage hat. Die Elemente der grauen Substanz der strangförmigen Körper sind ausser vielen feineren Fasern, die besonders in die horizontalen inneren Fasersysteme überzugehen scheinen, viele eher blasse, zum Theil bräunliche Nervenzellen mit Fortsätzen, mit ziemlich regelloser Lagerung und die meisten von derselben Grösse wie die der Oliven. 3) Die graue Substanz am Boden der Rautengrube ist die Fortsetzung des grauen Kernes des Rückenmarkes und bildet eine ziemlich mächtige, vom *Calamus scriptorius* bis zum *Aquaeductus Sylvii* sich erstreckende Lage. Dieselbe enthält durchweg viele Nervenröhren, zum Theil von sehr bedeutendem Durchmesser bis zu 0,006‴ selbst 0,008‴, zum Theil feinerer und feinster Art, ausserdem nichts als Nervenzellen mit Fortsätzen von allen Dimensionen, von 0,006‴ bis zu 0,03‴ und mehr. Die grössten derselben besitzt die *Ala cinerea* am hinteren Ende der Rautengrube (Fig. 137.) und die *Subst. ferruginea s. Locus coeruleus* (Fig. 138.), an welch letzterem Orte dieselben auch ausgezeichnete Pigmentirungen und die zahlreichsten, zierlich verästelten Ausläufer besitzen. Die kleinen mehrkernigen Zellen, wie sie in dem grauen Kern im Mark als ein compactes Gebilde vorkommen (S. 413) fehlen hier ganz, indem dieselben nicht über die *Decussatio pyramidum* hinausgehen. — Ausser diesen drei Massen grauer Substanz, welche sich zum Theil auf die der *Medulla spinalis* zurückführen lassen, zeigen sich in dem verlängerten Mark noch einige kleine Nester, so in den Pyramiden gegen die Oliven zu und in

Fig. 137.



den Olivarsträngen nach aussen von dem Olivennebenkern, in welchen allen, wie schon *Stilling* angibt, zum Theil auch grössere Zellen, am letzten Orte bis zu 0,025''', alle mit Fortsätzen, und feinere Nervenröhren zu sehen sind.

Ein Theil der eben beschriebenen grauen Substanz, nämlich die der vorderen Hälfte der Rautengrube, gehört eigentlich schon dem *Pons Varoli* an. Derselbe enthält ausserdem auch noch in seinem Innern über der oberflächlichen Querfaserlage, sowohl in der Mitte als auch mehr seitlich, viele Anhäufungen von grauer Masse mit kleineren und grösseren (bis zu 0,02''' und mehr) Nervenzellen,

Fig. 138.

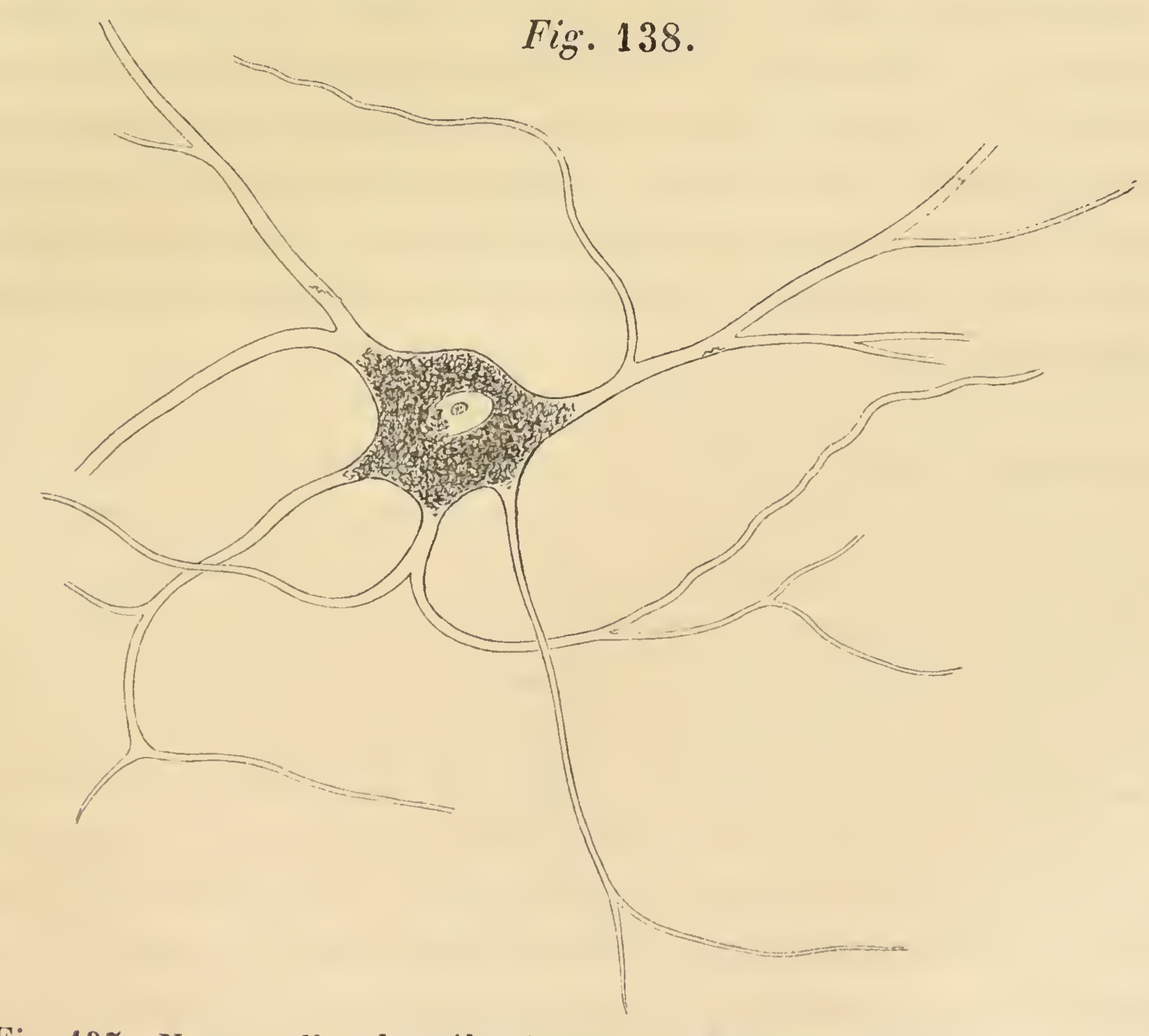


Fig. 137. Nervenzellen der *Ala cinerea* des Menschen, 350 mal vergr.

Fig. 138. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, vom Menschen, 350 mal vergr.

alle mit Fortsätzen, welche so unregelmässig zwischen Längs- und Querfasern eingebettet sind, dass sie keiner detaillirteren Beschreibung bedürfen, und einerseits mit den grauen Kernen der *Medulla oblongata* anderseits mit der *Substantia nigra* der Hirnstiele zusammenhängen.

Eine sehr schwierige Frage ist die nach dem Verhalten der 10 Nervenpaare, die von dem verlängerten Mark, dem *Pons* und den Hirnstielen herkommen. Nur wenige Forscher haben dieselbe mit andern Hülfsmitteln als den gewöhnlichen, d. h. dem Verfolgen der Fasern mit dem Messer, welches hier durchaus nicht ausreicht, zu lösen gesucht, nämlich *E. Weber* (Art.: *Muskelbewegung in W. Handwb. d. Phys.* III. 2. pg. 20—22) durch eine geheim gehaltene Methode und *Stilling* durch mikroskopische Verfolgung von Schnitten in Alkohol erhärteter Theile. Meine eigenen an Chromsäurepräparaten, die grösstentheils durch Natron durchsichtig gemacht wurden, erhaltenen Resultate, stimmen fast in Allem mit denen von *Stilling* überein, welche auf jeden Fall unter den vorliegenden Beobachtungen die am weitesten in die Sache eindringenden sind.

Die genannten Nerven entspringen ohne Ausnahme nicht von den Strängen oder Fasermassen, aus denen sie herauskommen, sondern dringen Alle mehr oder minder tief in die Centraltheile hinein und setzen sich hier wahrscheinlich Alle mit bestimmten Partieen von grauer Substanz in Verbindung, welche *Still.* nicht unpassend Nervenkerne (Accessoriuskern z. B.) nennt. Namentlich ist es der Boden der Rautengrube und der sylvischen Wasserleitung, der in dieser Beziehung eine grosse Rolle spielt, indem alle die genannten Nerven wenigstens theilweise zu demselben sich erstrecken. Verfolgen wir dieselben einzeln, so ergibt sich Folgendes:

1) Der *Accessorius Willisii* verhält sich, wie schon *Stilling* mit Recht annimmt (*Med. obl.* pg. 55), mit seinen untersten Wurzeln mehr wie eine motorische, mit seinen oberen mehr wie eine sensible Wurzel eines Rückenmarksnerven. Bis zur Durchkreuzungsstelle der Pyramiden nämlich gehen seine Wurzeln vor der *Subst. gelatinosa* der hinteren Hörner quer durch die Seitenstränge, dann durch etwas graue Substanz mit grossen vielstrahligen Zellen, die als seitlicher Anhang der vorderen Hörner erscheint (*Still. Med. obl.* Tab. III.) gegen die *Commissura anterior* und die *Decussatio pyramidum* hin. In manchen Präparaten sind die Fasern derselben nicht weiter zu verfolgen, in andern ist es sehr deutlich, dass sie zur andern Seite übergehen und sich kreuzend in die entgegengesetzten Pyramiden eintreten. Oberhalb der Kreuzungsstelle dieser Stränge und des ersten *Nerv. cervicalis,* an der ganzen *Medulla oblongata*, ziehen die Wurzeln dicht vor und zum Theil durch

die hier noch befindlichen Reste der *Subst. gelatinosa* in den vordersten Theilen der strangförmigen Körper schief rückwärts und nach innen bis zu einer Ansammlung grauer Substanz mit kleineren Zellen, welche unterhalb der Rautengrube den hinteren Theil des grauen Kernes des Markes ausmacht, in dieser selbst von der Mittellinie aus an den Seiten der *Alae cinereae* nach aussen und vorn tritt und schliesslich sich verliert, und offenbar der Fortsetzung der Basis der hinteren Hörner des Rückenmarkes entspricht. In dieser grauen Substanz nehmen die oberen Accessoriusfasern, die bis zu derselben immer noch zum Theil 0,004—0,005‴ betragen, plötzlich bis zu 0,0008—0,002‴ an Durchmesser ab und scheinen ebenfalls mit denen der andern Seite sich zu kreuzen, doch ist es mir nicht wie bei den unteren Wurzeln gelungen, dieses mit Bestimmtheit zu sehen, noch die Fasern weiter zu verfolgen.

2) Der Hypoglossusursprung ist bei *Stilling* sehr getreu dargestellt. Die Wurzelbündel treten mit mehreren untergeordneten Bündelchen zwischen Pyramide und Olive, genauer bezeichnet zwischen einer grösseren Ansammlung von grauer Substanz in ersterer (dem grossen Pyramidenkern *St.*) und der grauen Substanz der Olive, meist auch mit einzelnen Bündeln mitten durch den inneren Theil der Olive rückwärts und einwärts bis zum Boden der Rautengrube, woselbst sie in einer mit grossen vielstrahligen Zellen versehenen grauen Substanz (Hypoglossuskern), welche dicht neben der Mittellinie den *Eminentiae teretes*, von ihrem hinteren spitzen Anfange an bis zu den queren Markstreifen des Acusticus, aufliegt, zu enden scheinen. Nach *Stilling* soll ein Theil der Hypoglossusfasern, mit denen des XI. X. IX. Paares, die neben ihnen wurzeln, zusammenhängen. Ich muss dies verneinen, dagegen sah ich ganz bestimmt eine, wie mir schien, totale Kreuzung der Wurzeln beider Seiten am Boden des vierten Ventrikels, indem dieselben von dem einen Kern in den der andern Seite übertraten. Was nachher aus ihnen wurde, gelang mir nicht zu ermitteln, manchmal schienen die gekreuzten Fasern in den hintersten Theil der *Raphe*, andere Male als horizontale Fasern in die neben derselben gelegenen weissen Bündel einzutreten, doch war die Beobachtung nie vollkommen sicher. Die Hypoglossuswurzeln haben, bevor sie in ihren Kern eintreten, Fasern von 0,002—0,004‴, in ihrem Kern nur solche unter 0,002‴.

3) Der *N. vagus* verhält sich fast genau wie die oberen Wurzeln des *Accessorius*, nur dass seine Wurzeln mehr durch die, jedoch immer spärlicher werdenden Ueberreste der gelatinösen Substanz hindurchsetzen. Dieselben lassen sich an Querschnitten eines erhärteten Markes mit Leichtigkeit bis zu der zarten grauen Substanz am Boden der Rautengrube, die

Arnold Ala cinerea genannt hat (Vaguskern *St.*), verfolgen, werden jedoch hier innerhalb der sehr zarten und blassen, kleinen und grossen Nervenzellen (Fig. 137.) so blass und fein, dass ihr weiterer Verlauf nicht zu erkennen ist.

4) Das neunte Paar ist in seinen unteren Wurzelfäserchen kaum vom *Vagus* zu unterscheiden, die oberen senken sich durch die strangförmigen Körper hindurchtretend, in die vor der *Ala cinerea* und neben der *Eminentia teres* am Boden der Rautengrube befindliche graue Substanz mit kleineren und grösseren Nervenzellen ein, verfeinern sich in ihren Elementen und sind nicht weiter zu verfolgen. Wenn *Stilling* von den äusseren Theilen des Vagus- und Glossopharyngeuskernes horizontal verlaufende Fasern rückwärts bis zur *Raphe* gehen lässt, so sind dies nichts anderes als Theile der innern bogenförmigen, vom *Corpus restiforme* ausstrahlenden Fasern, von denen schon oben die Rede war.

5) Der *Nervus abducens* dringt von vorn nach hinten und oben durch den *Pons* bis zum Boden der Rautengrube, wie an mit Natron durchsichtig gemachten Chromsäurepräparaten schon von blossem Auge zu sehen ist. Hierbei verläuft er nicht ganz gerade, sondern leicht Sförmig gebogen durch die verschiedenen Querfaserlagen, durch die Pyramiden, namentlich den äusseren Theil derselben und durch die Fasern der zweiten Längsfaserschicht des *Pons* mit mehrfachen Bündeln gerade hindurch zu einer grauen Substanz, die vor den *Striae medullares* auf dem äussern Theile der *Eminentia teres* in der Höhe des unteren Endes der *Fovea anterior*, die die *Substantia ferruginea* birgt, sich befindet und namentlich aus grösseren Nervenzellen besteht (gemeinschaftlicher Facialis- und Abducenskern *St.*). Von einem Zusammenhängen der centralen Enden des *Facialis* und *Abducens* (*Stilling*) konnte ich mich nicht überzeugen, ebenso wenig aber auch die letzteren weiter verfolgen.

6) Der *Nervus acusticus* bezieht, wie längst bekannt, einen Theil seiner Fasern von den am Boden der Rautengrube befindlichen *Striae medullares*, die sich leicht die meisten in die geraden Fasern der *Raphe* und scheinbar bis in die *Fibrae transversae* und *arciformes* vorn an der *Med. oblongata* verfolgen lassen, einige auch auf dem Boden der Rautengrube sich unter einander zu verbinden oder zu kreuzen scheinen (*Stilling*). Ein grösserer zweiter Theil des Nerven dringt am oberen Ende der *Corp. restiformia* in den *Pons* hinein, woselbst er nach *Stilling* eine Anschwellung mit vielen Nervenzellen von mittlerem und grossem Durchmesser enthält, die ihn auch eine Strecke weit in den *Pons* hineinbegleiten, setzt durch die queren Brückenfasern zwischen den *Cr. cerebelli ad medullam oblongatam* und den oberen geraden Brückenfasern (den

Fortsetzungen der Olivarstränge und eines Theiles der strangförmigen Körper) hindurch nach hinten und innen bis zum unteren Ende des *Locus coeruleus*, wo seine Nervenfasern innerhalb der hier befindlichen, schon beschriebenen grossen Nervenzellen mit vielen Fortsätzen sich nicht weiter verfolgen lassen. Nach *Foville* (*Anat. d. Syst. nerv.* pg. 505 flgde.) entspringt der Hörnerv namentlich auch von der Flocke, vom *Velum medullare inferius* und vom *Nucleus dentatus cerebelli*; *Valentin* lässt ihn vom *Pedunculus cerebelli* Fasern beziehen und *R. Wagner* (*Gött. Anz., Febr. u. April* 1850), der *Foville's* Angaben nicht alle bestätigen kann, findet, dass ein kleines Bündelchen des *Acusticus* vom *Crus cerebelli ad pontem* kommt, andere von den die Pyramiden umgürtenden *Fibrae arcuâtae*.

7) Der *Nervus facialis* dringt nach innen und vor dem *Acusticus* ebenfalls durch alle Schichten des *Pons* rückwärts bis zum Boden der Rautengrube, wo er in den äusseren und vorderen Theil des schon beschriebenen Abducenskernes sich einsenkt. Ein Theil seiner Fasern lässt sich nach *Stilling* von hier aus noch bis zur *Raphe* verfolgen, woselbst sie von beiden Orten zusammenkommen und, wie *St.* glaubt, sich vereinigen (?).

8) Die *Portio major N. trigemini* läuft fast horizontal nach innen, hinten und unten gegen den *Locus coeruleus* zu und spaltet sich nahe an demselben in zwei Hauptbündel. Das grössere derselben geht über dem centralen Ende des *Facialis* mit einer starken Biegung rückwärts und abwärts in das *Corpus restiforme* ein und lässt sich in demselben nicht weiter verfolgen. Der andere kleinere Theil geht nach dem Boden der Rautengrube und verliert sich 1) in der oberen Hälfte des *Locus coeruleus*, 2) in der Gegend der *Raphe* in der Höhe des *L. coeruleus*, 3) in einer grauen Substanz mit grossen Zellen unter (vor) dem *Locus coeruleus* (oberer Trigeminuskern *Still.*); ausserdem finden sich nach *Stilling* noch 1 oder 2 am Boden der Rautengrube rückwärts laufende Bündel, die in grauer Substanz in der Gegend des sogenannten Hypoglossuskernes und in einem tieferen, in der zweiten Längsfaserschicht der untersten Theile des *Pons* gelegenen grauen Kerne (dem unteren Trigeminuskerne) enden.

Die kleine Wurzel des Trigeminus dringt etwas hinter der grossen Wurzel und parallel mit ihr durch den *Pons* bis gegen den *Locus coeruleus* und endet ganz und gar in der grauen Substanz unter dem *Loc. coeruleus* (oberer Trigeminuskern *Stilling*).

9) Der *Nervus trochlearis* verhält sich unter den Hirnnerven sehr eigenthümlich. Schon *E. H. Weber* (*Hild. Anat.* III. pg. 443 und

Treviran. Beitr. III. pg. 100) gibt an, dass die zwei *Nervi trochleares* beim Menschen und Kaninchen bisweilen untereinander zusammenhängen, ja hie und da mit einzelnen Fasern sich zu durchkreuzen scheinen und *Stilling* hat (*Pons Varoli* Tab. VIII. XVIII. pg. 156) das ganze Verhalten desselben sehr getreu beschrieben und dargestellt, wovon ich beim Menschen mich überzeugte. Die *N. trochleares* verlaufen von ihrer bekannten Eintrittsstelle an vorerst horizontal nach innen und gehen, indem sie vollständig sich durchkreuzen, im obersten Theile des *Velum medullare superius*, der eine nach links, der andere nach rechts unter die entsprechenden Vierhügel. Dann theilt sich jeder *Trochlearis* in ein vorderes und hinteres Bündel. Letzteres läuft nach unten $\frac{1}{2}$—1''' vom Boden der vierten Hirnhöhle und 1—2''' von dessen Mittellinie entfernt durch das obere Ende der *Substantia ferruginea* zum oberen Ende des schon besprochenen oberen Trigeminuskernes, wo derselbe endet, das vordere Bündel geht bogenförmig an der Seitenwand des *Aquaeductus Sylvii* nach vorn und verliert sich in der Tiefe des Bodens derselben in einer kleinen Ansammlung grauer Substanz mit grösseren gefärbten Zellen von 0,020 bis 0,032''', dicht neben der Mittellinie (Trochleariskern *Stilling*).

10) Die *Nervi oculomotorii* endlich sind vielleicht von allen hier beschriebenen Nerven am leichtesten bis zu ihrer grauen Substanz zu verfolgen und kann man bei gehöriger Präparation schon von blossem Auge sich überzeugen, wie getreu die *Stilling*'sche Abbildung (*Pons Varoli* Tab. XI.) ist. Dieselben treten mit einer grösseren Zahl von Fascikeln von der Innenseite der Hirnstiele aus durch den innersten Theil der *Substantia nigra* und der Hauben bogenförmig rückwärts und einwärts bis zur grauen Substanz am Boden des *Aquaeductus Sylvii*, woselbst sie jederseits in einer grösseren Ansammlung gefärbter Nervenzellen von 0,020—0,032''' (Oculomotoriuskern, der mit dem Trochleariskern zusammenhängt) sich verlieren. Ich glaube jedoch gesehen zu haben, dass dieselben nach einer auch hier befindlichen und von *Stilling* angedeuteten *Raphe* convergiren und in derselben sich kreuzen. Die Nervenfasern dieser letzteren und die der Wurzeln innerhalb der Hirnstiele messen bis zu 0,004''', die in dem grauen Kerne nicht über 0,002'''.

Wenn ich auch oben über *Stilling* und *Wallach's* Arbeit über das Rückenmark mich nicht günstig äussern konnte, so bin ich doch weit entfernt, wie es eine Zeit lang Mode werden zu wollen schien, auf *Stilling's* anatomische Schriften überhaupt herabzusehen. Vielmehr bin ich der Ansicht, dass wir diesem Forscher für seine Arbeiten über die *Medulla oblongata* und den *Pons Varoli* sehr zu Danke verpflichtet sind, denn wenn auch in diesen Werken einiges nicht zu Vertheidigende sich findet, wie z. B. das, was über Ursprung und Verhalten der Pyramiden und der Vorder- und

Seitenstränge des Rückenmarkes im verlängerten Marke geäussert wird, und dieselben immer noch nicht genug auf die Elementartheile Rücksicht nehmen, so ist doch nicht zu läugnen, dass sie eine Masse wichtiger Thatsachen enthalten. Ich habe, wenn auch nicht alle, doch die wichtigsten Angaben *Stilling's* selbst geprüft, wie die über das Verhalten der Nervenwurzeln, der horizontalen Fasern der *Medulla oblongata*, der *Crura cerebelli ad cerebrum* u. s. w. und fast alle dieselben vollkommen bestätigt gefunden und ergreife daher gerne diese Gelegenheit, *Stilling* als den zu nennen, dem wir die erste genauere Untersuchung des Faserverlaufes in den Centralorganen verdanken. Immerhin muss ich auch hier bemerken, 1) dass bei ferneren Forschungen der Art die Chromsäure oder das chromsaure Kali dem Alkohol vorzuziehen sind, namentlich auch, wenn man sich mit Vorsicht der kaustischen Alkalien (Natron) bedient, um den Verlauf der Nervenröhren in der durchsichtig werdenden grauen Substanz zu verfolgen und 2) dass neben schwächeren auch die stärksten Vergrösserungen anzuwenden und die Elementartheile auch sonst in ihrem Verhalten genau zu prüfen sind.

Ich füge hier noch Einiges über den Faserverlauf in den in diesen Paragraphen behandelten Theilen bei, insofern dies nicht oben schon vorkam. Die *Pedunculi cerebelli* gelangen nach *Burdach* in den *Lobulus centralis* und seine *Alae*, in den *Lobus quadrangularis* und *semilunaris superior*, sowie in den sogenannten *Vermis superior*, mithin in die obere Hälfte des *Cerebellum;* die *Crura ad pontem* gehen nach demselben Autor in alle Lappen, mit Ausnahme der *Lingula*, des *Lobulus centralis cum alis*, der *Flocculi* und des *Nodulus*, die *Crura ad cerebrum* in den *Lobus semilunaris inferior* und *biventer*, in die *Tonsilla*, den *Flocculus* und den Unterwurm. Diese Angaben, mit denen auch *Arnold* im Allgemeinen übereinstimmt, können, obschon nur durch Präparation an Spirituspräparaten erhalten, doch annähernd als richtig bezeichnet werden, da im Mark des kleinen Gehirns, wie das Mikroskop lehrt, der Bruch entsprechend dem Faserverlaufe statt hat und es möchte mit einiger Wahrscheinlichkeit hieraus der Schluss sich ableiten lassen, dass die obere Hälfte des kleinen Hirns mit dem Mark, die untere mit dem grossen Hirn in Verbindung steht und dass die queren Fasern des Pons eine Verbindung der beiden Hälften mit der *Medulla oblongata* darstellen. Wie die Fasern aller dieser Gebilde im *Cerebellum* enden und beginnen, darüber ergibt die Beobachtung nichts. Nichts destoweniger liesse sich etwas ziemlich Bestimmtes sagen, wenn wir die Bedeutung der ins kleine Gehirn eindringenden Fasern kennten, allein leider stehen in Bezug auf diesen Punct die Resultate der verschiedenen Experimente unter sich und mit den Daten der Anatomie, wenigstens auf den ersten Blick, in sehr geringem Einklang. Während die Physiologie lehrt, dass das kleine Gehirn den grössten Einfluss auf die Bewegungen hat, Regulator der zusammengesetzten Bewegungen ist, ist es der Anatomie nicht möglich, irgend erhebliche Bündel (mit Ausnahme einiger Theile des *Fasciculus olivaris*) von den motorischen Strängen des Markes in dasselbe hinein zu verfolgen und zeigt auch das Experiment, dass dasselbe bei einem lebenden Thiere gereizt niemals Convulsionen oder andere motorische Effecte hervorruft. Ebenso bringt auch Reizung der queren Fasern des Pons keine

Zuckungen hervor (siehe *Longet Physiol.* I. pg. 213), wogegen einseitige Durchschneidung derselben die bekannten eigenthümlichen Drehbewegungen um die Längsaxe veranlasst. Mit Bezug auf die Sensibilität, so erwartet man den anatomischen Thatsachen zufolge, die lehren, dass die *Pedunculi cerebelli* vorzüglich aus den nachweisbar sensiblen *Corp. restiformia* sich entwickeln, das *Cerebellum* sehr sensibel zu finden, allein gerade umgekehrt kann man bei lebenden Thieren dasselbe irritiren wie man will, selbst schichtenweise abtragen, ohne dass dieselben die geringste Schmerzensäusserung laut werden lassen, während schon leise Berührung der hinteren Fläche der *Med. oblongata* sehr heftige Reactionen veranlasst. — Will man trotz dieser Widersprüche dennoch es wagen, etwas über die Bedeutung der Fasern des *Cerebellum* auszusagen, so muss man meiner Ansicht nach, von den physiologischen Thatsachen als den vor Allem maassgebenden ausgehend, den Satz voranstellen, dass dieses Organ mit der Vermittlung der Empfindung und dem Zustandekommen von Bewegungen direct nichts zu thun hat und sich fragen, ob die Ergebnisse der Anatomie sich vielleicht doch hiermit in Einklang bringen lassen. Ich glaube ja. Was 1) die *Crura cerebelli ad Med. obl.* betrifft, so haben *Stilling* und ich gezeigt, dass ein sehr bedeutender Theil derselben von den *Corp. restiformia* aus in die *Medulla oblongata* einstrahlt und das horizontal verlaufende Fasersystem derselben (*Fibrae transversae superficiales et internae*) bildet. Ist es nicht gedenkbar, ja sogar sehr wahrscheinlich, dass gerade diese Fasern, von denen durch nichts bewiesen wird, dass sie sensible oder motorische sind, indem die Schmerzen bei Reizung der strangförmigen Körper sich ungezwungen von den Fortsetzungen der hinteren Stränge des Markes ableiten lassen, es sind, welche die motorischen Effecte des *Cerebellum* auf Cerebrospinalnerven durch Erregung des verlängerten Markes vermitteln, womit dann auch die Drehbewegungen nach einseitiger Durchschneidung der *Corp. restiformia* (*Longet Physiol.* II. pg. 210) erklärt wären? Sollte dieses Fasersystem nicht alle Elemente der *Pedunculi cerebelli* decken und wirklich Fasern des Rückenmarkes (vor allem der Seiten- und Hinterstränge), in dieselben eintreten, so stände der ferneren Annahme durchaus nichts entgegen, dass dieselben nicht in die peripherischen Nerven übergehen, sondern ähnlich den Querfasern der *Medulla oblongata* direct vom kleinen Gehirn aus auf das Mark wirken. 2) Die *Crura cerebelli ad pontem* und die queren Fasern des *Pons* anlangend, so liegt es vor Allem nahe, dieselben, wie das *Corpus callosum* und seine Ausstrahlung im *Cerebrum*, als eine Commissur der zwei Hälften des kleinen Hirns aufzufassen, in welchem Falle natürlich die Fasern weder empfindende noch motorische im üblichen Sinne wären, allein in diesem Falle dürfte eine Verletzung dieser Theile die Bewegung nicht so sehr beeinträchtigen und wären die sonderbaren Drehbewegungen kaum zu deuten. Könnte man dagegen annehmen, dass die Fasern dieser Schenkel auf die graue Substanz und die Längsfasern des *Pons*, mit denen sie so vielfach sich kreuzen, einwirken und dieselben zu Thätigkeitsäusserungen veranlassen, so wären die Erscheinungen so ziemlich erklärt. Die queren Brückenfasern wären in diesem Falle weder motorisch noch sensibel, würden aber doch durch die motorischen Elemente der *Med. oblongata*, ähnlich den Ausstrahlungen der Fasern der *Pedunculi*

cerebelli in das verlängerte Mark, Bewegungen vermitteln und daher bei einseitiger Verletzung auch eine Behinderung der Bewegungen der einen Seite, ein Ueberwiegen der andern nach sich ziehen können. Unter dieser Voraussetzung würden die *Crura cerebelli ad pontem* und die *ad Med. oblongatam* im Allgemeinen ähnliche Functionen haben und jene eine Verbindung fast des ganzen kleinen Hirns mit dem Pons, diese einen Nexus seiner oberen Hälfte mit der *Med. oblongata* und vielleicht dem Marke bewirken, welche vor Allem in Anregung der motorischen Elemente dieser Theile durch das kleine Hirn bestände. Hiermit wäre jedoch die Möglichkeit einer Wechselwirkung in umgekehrter Richtung durch centripetale, nicht sensible, von der *Medulla* zum *Cerebellum* leitende Fasern nicht ausgeschlossen und die Existenz reiner Commissurenfasern unter den andern ebenfalls nicht geläugnet. 3) Die *Crura cerebelli ad cerebrum* sollen nach *Longet's* Angaben bei Reizung Schmerzen veranlassen; es steht jedoch der Annahme nichts entgegen, dass diese Wirkung von den mit ihnen sich vereinenden Fortsetzungen der Hinterstränge des Markes (*Fun. graciles*, *cuneati*) abhängt, und dass die *Crura* selbst wie ihre Ausläufer ins *Cerebellum* ganz insensibel sind. Motorische Effecte kennen wir von ihnen noch weniger, so dass, da auch die Anatomie keinerlei sensible oder motorische Fasern in dieselben zu verfolgen im Stande ist, es ganz gerechtfertigt erscheint, dieselben als Bindeglieder zwischen dem grossen Gehirn (Sehhügel?) und dem kleinen anzusehen, wobei jedoch über ihr näheres Verhalten, wo und wie sie enden und beginnen, ob sie nur einerlei Fasern oder centripetale und centrifugale führen, und was ihr Durchtreten durch den *Nucleus dentatus cerebelli* bedeutet, nichts ausgesagt werden kann. Am nächsten liegt die Vermuthung, dass durch sie bei jeder willkührlichen Bewegung auch das kleine Gehirn einen Impuls erhalte und denselben dann entweder nur von der unteren Hälfte her, wo sie enden, oder durch Fortleitung in der grauen Substanz der Oberfläche von allen Theilen her durch die Fasern der mittleren und hinteren Schenkel der *Med. oblongata* übertrage. Die gekreuzten Wirkungen (theilweisen Lähmungen), die die pathologischen Zustände des kleinen Hirns des Menschen sehr oft begleiten, sind, wenn sie wirklich von Affection dieses Organes selbst und nicht von der *Med. oblongata* herrühren, schwer zu erklären. Man kann kaum etwas anderes annehmen, als dass jede Hälfte des *Cerebellum* auf die ihr entsprechende Hälfte der *Med. oblongata* einwirkt und durch diese die, wie wir wissen, gekreuzt leitet, auf die andere Seite. Bei dieser Erklärung wird jedoch der Zusammenhang so vieler queren Fasern beider Seiten im *Pons* und in der *Med. oblongata* fast unverständlich. Möglicher Weise könnten die gekreuzten Wirkungen des *Cerebellum* von der Kreuzung der *Crura cerebelli ad cerebrum*, von denen man allerdings auch annehmen könnte, dass sie vom kleinen Hirn aus eine motorische Thätigkeit der Sehhügel veranlassen, hergeleitet werden.

In Betreff des Verlaufes der Rückenmarksstränge in der *Med. oblongata* und dem *Pons*, so muss ich meinen Beobachtungen zufolge mich fast ganz an *Arnold* (*Bemerkungen etc.*, *Icon. anat. Fasc. I.*) anschliessen, mit dem auch die Erfahrungen vieler Früheren und auch die neueren von *E. Weber* (l. c.) harmoniren. Diesen zufolge enthält die hintere Fläche der *Med.*

oblongata und des *Pons* nur sensible Fasern, was auch die Experimente bestätigen, während mehr in der Tiefe (*Fasc. olivaris*) und ganz vorn vorzüglich motorische Elemente sich finden. Der Olivarstrang, Fortsetzung der Vorderstränge des Markes, darf als rein motorisch angesehen werden; die Pyramiden, als von den Seitensträngen herrührend, könnten auch sensible Fasern führen, doch scheint dieses den Experimenten an Thieren und den pathologischen Erfahrungen beim Menschen zufolge nicht der Fall zu sein (*Longet*, *Phys. II.* pg. 209). Wie die *Fasciculi laterales* und die *Eminentiae teretes* sich verhalten, ist zweifelhaft, doch möchten dieselben vorwiegend die sensiblen Elemente der Seitenstränge führen. — Die gekreuzte Leitung dieser verschiedenen Stränge begreift sich, wenn man bedenkt, dass 1) die *Fasciculi olivares* und der äussere Theil der Pyramiden als Vorderstränge des Markes ganz in die motorischen Wurzeln der andern Seite übergehen, 2) dass die Seitenstränge zum Theil schon im Marke und dann in den Pyramiden sich kreuzen, 3) dass auch die Hinterstränge im Marke theilweise sich decussiren. Immerhin bleiben Fasern übrig, an denen sich bisher noch keine Kreuzung mit Sicherheit nachweisen liess, es sind die eines Theiles der Hinterstränge des Markes, die auch in ihren Verlängerungen als *Fasciculi graciles* u. *cuneati*, keine Decussation erkennen lassen. Da diese Fasern, wie es nach dem beim Marke Bemerkten kaum bezweifelt werden kann, in die sensiblen Wurzeln übergehen, und die totale gekreuzte Wirkung des Gehirns auf die peripherischen Nerven feststeht, so werden auch sie irgendwo sich kreuzen, entweder im Marke selbst oder in der Kreuzung der Hauben.

Die Frage nach dem Ursprunge der Nerven ergibt sich auch beim verlängerten Mark als eine der schwierigsten. Bisher waren die Meisten zufrieden, wenn sie die Nervenwurzeln bis zu diesem oder jenem Strang verfolgt hatten, allein dies reicht nicht aus. Die Nerven senken sich Alle wenigstens einmal, selbst mehrere Male in graue Substanz ein und hier und nirgends anders sind ihre Anfänge zu suchen. Nun sind freilich durch *Stilling*'s grosse Bemühungen, die ich so zu sagen vollständig bestätigen kann, alle 10 hier abgehandelten Nervenpaare in ihren Wurzeln bis zu ganz bestimmten Puncten grauer Substanz verfolgt, allein nun kommt erst die weitere Frage: beginnen dieselben hier oder gehen sie noch weiter? Da wirkliche Ursprünge im Gehirn noch von Niemand mit Bestimmtheit gesehen wurden, so bleiben nur die Analogie und Gründe der Physiologie. Was erstere anlangt, so sehen wir bei allen Rückenmarksnerven, dass dieselben erst quer bis zur grauen Substanz dringen und dann, dieselbe nur durchsetzend, an die weissen Stränge sich anschliessen und können daher vermuthen, dass auch die im Allgemeinen ihnen so ähnlichen Kopfnerven ähnlich sich verhalten, um so mehr, da diese ebenfalls anfangs quer ins Innere des Markes dringen und die graue Substanz, mit der sie in Berührung kommen, derjenigen des Markes entspricht. Hierzu kommt noch, dass, wenn wir die 10 letzten Kopfnerven in der grauen Substanz enden lassen, zu der wir sie mit Leichtigkeit verfolgen, die gekreuzte Einwirkung der höheren Theile auf dieselben, wie sie doch pathologischen Thatsachen zufolge festzustehen scheint, bei keinem derselben, mit Ausnahme des *Trochlearis*, der, bevor er seine graue Substanz erreicht hat, sich kreuzt,

sich erklären liesse. Beim *Accessorius* und *Hypoglossus* ist es nun wirklich möglich zu sehen, dass die Fasern aus der grauen Substanz, zu der sie zuerst gelangen, heraustreten und nachher sich kreuzen, und Aehnliches wird beim *Oculomotorius* mindestens wahrscheinlich, so dass ich glauben möchte, dass alle hier in Frage stehenden Nerven eine Kreuzung erleiden und nicht in den sogenannten Kernen *Stilling's* enden. Weitere Untersuchungen haben zu lehren, ob dieselbe am Boden der Rautengrube sich findet, wie es den Anschein hat, ob sie alle Fasern dieser Nerven betrifft und wo die Fasern nach der Kreuzung hingehen. In Bezug auf letzteres könnte man nach Analogie der Rückenmarksnerven vermuthen, dass die wahren Anfänge der Kopfnerven vielleicht gar nicht in der *Medulla*, sondern im Streifen- und Sehhügel sich finden. Von dem Theile der *Portio major N. trigemini*, der in den strangförmigen Körper sich fortsetzt, kann noch im Speciellen bemerkt werden, dass derselbe sicherlich nicht aus demselben entspringt, sondern irgendwo nach oben umbiegt, wie es auch die Fasern des Accessorius thun.

Wenn ich es auch demzufolge nicht gerade für wahrscheinlich halte, dass die sensiblen und motorischen Gehirnnerven in der *Medulla oblongata* und dem *Pons* entspringen, so ist hiermit keineswegs gesagt, dass diese Theile nicht als Centralorgane auf ihre und die tieferstehenden Nerven einwirken können. Wenn die *Med. oblongata* den Athembewegungen vorsteht, wenn dieselbe und der *Pons* vielfache Reflexbewegungen vermittelt, so kann dies geschehen, ohne dass alle in Thätigkeit versetzten Nerven hier enden, einfach dadurch, dass die so zahlreiche graue Substanz auf die sie durchsetzenden Nerven einwirkt, gerade wie dies auch beim Marke angenommen werden muss. Für die Athembewegungen scheint nach *Longet* (*Phys.* II. pg. 84) nur die graue Substanz der seitlichen Theile in der Höhe des zehnten Paares das *Primum movens* zu sein, während für die andern Reflexbewegungen, namentlich die am Boden der Rautengrube befindliche graue Lage mit ihren zahlreichen vielstrahligen Zellen wirksam sein möchte. Was die Olivenkerne bedeuten ist zweifelhaft. Mit den Athembewegungen scheinen dieselben nicht im Zusammenhange zu stehen, dagegen kann, den anatomischen Verhältnissen zufolge, eine Einwirkung derselben auf die horizontalen Fasern der *Med. oblongata*, die fast alle durch sie hindurchsetzen, angenommen werden; welcher Art dieselbe ist, lässt sich ebenso wenig als bei den *Nuclei dentati cerebelli* angeben, durch welche die *Crura cerebelli ad cerebrum* hindurchtreten.

§. 118.

Ganglien des grossen Gehirns. Die drei Ganglienpaare des grossen Hirnes, Vierhügel, Sehhügel und Streifenhügel bestehen Alle aus mächtigen Ansammlungen von grauer Substanz und aus Nervenfasern, von denen die ersteren zum Theil ganz isolirt für sich dastehen (*Corpus striatum*), zum Theil unter sich und mit tieferliegenden grauen Particen zusammenhängen (*Thalami optici*, *Corpora quadrigemina*), die

letzteren die Ganglien einerseits mit dem kleinen Gehirn und verlängerten Mark, anderseits mit den Hemisphären des grossen Hirnes verbinden.

Der Streifenhügel enthält zwei grosse graue Kerne, den *Nucleus caudatus* vorn und oben und den *N. lenticularis* unten und hinten, welche jedoch vorn mit einander zusammenhängen und Eine Masse bilden, ausserdem den dünnen *N. taeniaeformis* mit der *Amygdala* aussen am Linsenkern, und steht vorzüglich mit der Basis der Hirnstiele oder der Fortsetzung der Pyramiden in Verbindung, die mit vielen weissen Bündeln in ihn einstrahlt. Die graue Substanz zeigt, wie fast überall, Nervenzellen und feine Nervenfasern. Die ersteren sind bei oberflächlicher Untersuchung, namentlich an frischen Hirnen, einem guten Theile nach ohne Fortsätze, ergeben sich jedoch bei vorsichtiger Präparation und besonders deutlich an Chromsäurepräparaten und leicht macerirten Gehirnen als fast alle mit Fortsätzen versehen, so dass es, wenn man bedenkt, wie leicht dieselben abreissen, selbst nicht unwahrscheinlich erscheint, dass auch die fortsatzlosen Zellen, die man sieht, nur verstümmelte sind. Die Gestalt dieser Zellen (Fig. 139.) ist in allen Theilen des Streifenhügels so ziemlich dieselbe, nämlich birn- oder spindelförmig, dreieckig, vier- oder fünfeckig, ebenso die Zahl der Fortsätze (2, 3—5) und die Verästelungen derselben, die in kleinerem Maasstabe ganz dasselbe zeigen, was die schon beschriebenen der grossen Zellen vom Mark, kleinen Hirn u. s. w., dagegen finden sich in der Grösse, und in der Menge und im Inhalte der Zellen einige, zum Theil nur geringfügige Differenzen. Erstere anlangend, so finde ich in den zwei grossen Kernen die Zellen ziemlich gleichmässig von 0,006—0,01‴ Grösse mit Kernen von 0,004—0,005‴ und Kernkörperchen von 0,001‴; hie und da sind jedoch einzelne Zellen grösser bis zu 0,012—0,014‴, was im *Nucleus taeniaeformis* und der *Amygdala*, wo dieselben bis zu 0,018‴ gehen, Regel ist. Die Menge der Zellen ist am bedeutendsten im äussersten dritten Gliede des Linsenkernes und im geschwänzten Kern, bedeutend geringer im zweiten und namentlich im ersten Gliede des Linsenkernes, in denen die weisse Substanz vorwiegt. Der Inhalt der Zellen ist, obschon immer körnig, doch verschieden. Grössere

Fig. 139.



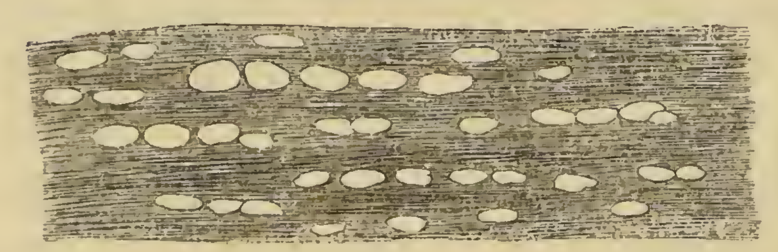
Fig. 139. Nervenzellen des *Corpus striatum* des Menschen, 350mal vergr.

Körner mit gelber oder bräunlicher Farbe finden sich als Regel und vorwiegend in den Zellen des *N. caudatus* und im letzten Gliede des Linsenkernes, kleinere, mehr farblose im ersten Gliede dieses Kernes, während das zweite Glied und der bandartige Kern mit der Mandel mehr in der Mitte stehen. Uebrigens ist zu bemerken, dass Farbe, Grösse und Menge der Körner nicht unbeträchtlich variren, was zum Theil vom Alter abzuhängen scheint, indem ich wenigstens bei alten Leuten vorzugsweise zahlreiche, grosse und intensiv gefärbte Körner fand.

Die Nervenfasern im Streifenhügel lassen sich dem grössten Theile nach auf die der Basis der Hirnstiele zurückführen. Dieselben, dunkelrandige Röhren von 0,0012 — 0,005‴, die meisten von 0,002 — 0,004‴ Grösse, dringen in geradem Verlauf und alle parallel nebeneinanderliegend in das erste Glied des Linsenkernes und den vordersten dicksten Theil des geschwänzten Kernes ein. Verfolgt man dieselben im Linsenkern weiter, so sieht man, wie sie in grösseren und kleineren Bündeln und an Stärke etwas abnehmend (die meisten von 0,0012 — 0,003‴), geraden Weges durch die mehr spärliche graue Substanz der zwei ersten Abschnitte desselben hindurchziehen, um zuletzt in dem äussersten grössten Abschnitte pinselförmig auszustrahlen und sich zu verlieren. In diesen treten nämlich aus dem zweiten Gliede weisse Bündel von 0,04—0,14‴, mit Fasern von 0,0012—0,002‴, eines neben dem andern ein, die leicht divergirend und in kleinere Bündel sich theilend in der Richtung gegen den äusseren Rand des Linsenkernes weiter ziehen, und, bevor sie denselben erreicht haben, für das blosse Auge verschwinden. Verfolgt man dieselben an Chromsäurepräparaten mikroskopisch, so ergibt sich, dass die Bündel bis nahe an den äussersten Theil des Linsenkernes gehen, jedoch allmälig in kleinere Bündel und in einzelne Fasern sich auflösen und aufs mannigfachste untereinander sich verflechten. Dass diese Fasern hier enden und nicht in die Markmasse der Hemisphären weiter gehen, darf als ausgemacht betrachtet werden, da von einem weiteren Fortgange derselben auch nicht das Mindeste zu beobachten ist und doch ein solcher, wenn vorhanden, dem Blicke sich nicht entziehen könnte; zweifelhaft ist dagegen auch hier das Wie. Ich kann nur so viel mittheilen, dass die Fasern der eintretenden Nervenbündel im dritten Abschnitte des Linsenkernes, wie sich an sehr vielen direct beobachten lässt, nach und nach so weit sich verdünnen, dass sie nur noch 0,0008‴, 0,0006‴, ja selbst blos 0,0004‴ messen und fast ganz blass aussehen, so dass sie kaum mehr von den feineren Fortsätzen der Nervenzellen sich unterscheiden, mit denen sie auch in der That, wenn wenigstens nicht Alles trügt, in Wirklichkeit zusammenhängen möchten. — In eben beschriebener Weise verhalten

sich auch alle in den *N. caudatus* eintretenden Fasern, von denen die einen direct von der Basis der Hirnstiele aus in denselben eingehen, die andern, in seinen dünneren Theil tretenden offenbar aus dem *Nucleus lenticularis* stammen und zuerst die zwei ersten Glieder desselben durchsetzen; auch hier findet sich kein Uebergang von solchen Fasern ins Mark der Hemisphären, sondern eine Auflösung der Bündel in Netze feinster, fast markloser Fasern und wahrscheinlicher Zusammenhang derselben mit den Zellen. Auch in der *Amygdala* und im *N. taeniaeformis* möchten ähnliche Verhältnisse sich finden, indem wenigstens hier ebenfalls viele der allerfeinsten Nervenröhren vorkommen, wie ich sie bisher nur in den Theilen des Nervensystemes sah, wo Grund vorhanden war, Anfänge und Enden von solchen zu statuiren. — Noch mag erwähnt werden, dass in vielen der gröseren Faserbündel im *Nucleus caudatus* und *lenticularis* zahlreiche, reihenweise gestellte, länglichrunde Körperchen sich finden (Fig. 140.), die ich für freie Kerne zu halten geneigt bin, obschon dieselben oft von gelblichen Körnchen begleitet sind, wie sie in den Nervenzellen vorzukommen pflegen.

Fig. 140.



Ausser den eben beschriebenen, auf jeden Fall sehr zahlreichen Nervenfasern, welche von den Hirnstielen abstammen und im Streifenhügel enden, enthalten dessen Kerne noch eine bedeutende Zahl anderer, deren Herkunft zum Theil schwer, zum Theil gar nicht anzugeben ist. Zu den letztern rechne ich 1) eine dünne, an der Oberfläche des *N. caudatus* befindliche Lage von allerfeinsten (unter 0,001‴) und feinen (von 0,001—0,002‴) Fasern, die, in der Fläche ausgebreitet, theils einander parallel, theils nach verschiedenen Richtungen verlaufen; 2) in den weissen Zwischenlagen der einzelnen Glieder des Linsenkernes vorkommende Röhren von einem Durchmesser von 0,0012—0,0025‴, die mit den von den Hirnstielen herkommenden unter rechtem Winkel sich kreuzen; 3) ähnliche Fasern in der grauen Substanz der Kerne selbst, die dieselben nach allen Richtungen durchziehen. Einzelne dieser letzteren Fasern sah ich an der Grenze des zweiten und dritten Abschnittes des Linsenkernes nach den Hirnstielen zu geöffnete Schlingen bilden, ohne über den Ursprung etwas auffinden zu können. Nur Eine Art von Röhren glaube ich mit Bestimmtheit herleiten zu können. Im äussersten Theile der grossen Kerne des Streifenhügels findet man auf verschiedenen Durchschnitten

Fig. 140. Ein Nervenbündel aus dem *Corpus striatum* des Menschen mit Kernen (?), 350 mal vergr.

eine bedeutende Zahl mässig starker, jedoch von blossem Auge nicht sichtbarer Bündel, die durch ihre verhältnissmässige Dicke und die Durchmesser ihrer Röhren (von 0,0012 — 0,002‴) von den hier ganz verfeinerten und in Netze aufgelösten Fasern der Hirnstiele sich unterscheiden. Es ergibt sich leicht, dass alle diese Bündel aus der Markmasse der Hemisphären kommen und nachdem sie, wie es scheint, an der Grenze der Streifenhügelkerne auf eine gewisse Strecke der Oberfläche parallel verlaufen sind, in dieselben eintreten. Manche dieser Fasern setzen auch einfach aus der Markmasse in die Ganglien hinein und kreuzen sich auf diesem Wege unter rechtem Winkel mit den ersteren Fasern. Wenn das, was ich von dem Verhalten dieser Fasern im Streifenhügel gesehen zu haben glaube, richtig ist, so ist es sehr eigenthümlich. Dieselben gehen nämlich bündelweise beisammen mehr oder weniger tief in die graue Substanz desselben, beim *N. lenticularis* in die des dritten Gliedes hinein und enden dann, ohne sich namhaft auszubreiten, Plexus zu bilden oder sich weiter zu verschmälern, indem ihre Fasern Schlingen mit nahe beisammen liegenden Schenkeln bilden. So viel ist wenigstens sicher, dass solche Schlingen vorkommen, denn ich habe sie mit aller nur möglichen Bestimmtheit gesehen; ob jedoch alle Bündel in dieser Weise enden oder auch noch in anderer, das wage ich nicht zu entscheiden.

Wenn es verhältnissmässig noch leicht war, den Bau des Streifenhügels wenigstens in seinen Hauptzügen aufzudecken, so verhält es sich mit dem Seh- und den Vierhügeln ganz anders, besonders weil hier die Nervenfasern weniger bündelweise, sondern mehr isolirt und aufs innigste mit grauer Substanz gemengt verlaufen und daher zum Theil durchaus nicht auf grössere Strecken sich verfolgen lassen. Leicht ist allerdings auch hier die Erforschung der grauen Substanz selbst. Im Sehhügel sind die Zellen derselben in den verschiedenen Kernen fast ganz wie im Streifenhügel (Fig. 141.) nur meist etwas grösser, wie in der Mandel, mit grösseren (bis zu 0,0015‴), intensiver gefärbten Pigmentkörnern (die blassere Färbung der grauen Substanz rührt von ihrer innigeren Mischung mit Nervenfasern her) und vielleicht einzelne, aber auf jeden Fall nur die wenigsten ohne Fortsätze. Kleiner (von 0,004 — 0,015‴) und meist nicht pigmentirt sind die Nervenzellen des *Corp. quadrigeminum*, jedoch ebenfalls fast alle mit Fortsätzen versehen.

Fig. 141.

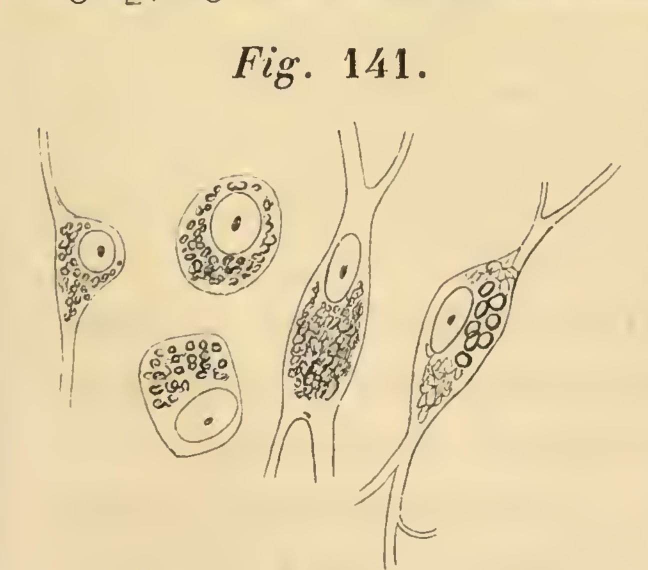


Fig. 141. Nervenzellen des *Thalamus opticus* des Menschen, 350mal vergr.

Die Verhältnisse der Nervenfasern anlangend, so ist allerdings ganz sicher, dass der obere Theil der Hirnstiele, d. h. die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*, die Fortsetzungen der Olivarstränge, Theile der *Corpora restiformia* und die *Eminentiae teretes* in die genannten Ganglien eingehen, jedoch hat es mir bisher nicht gelingen wollen, über deren Verlauf etwas Bestimmtes auszumitteln. Nur das glaube ich angeben zu können, dass die genannten Fasermassen, wenigstens einem grossen Theile nach, nicht in die Markmasse der Hemisphären übergehen, weil einerseits die meisten ihrer Fasern von dem anfänglichen Durchmesser von 0,0012—0,004‴ bis zu den geringsten unter 0,001‴ befindlichen herabsinken und anderseits an der der Markmasse zugewendeten Seite der Sehhügel von einem solchen Uebergange nichts sich findet. Auszunehmen ist jedoch der oberflächliche weisse Beleg der fraglichen Ganglien, der immerhin eine Beziehung derselben zu den Hemisphären vermitteln könnte, indem die Fasern desselben von 0,001 — 0,003‴, selbst darüber, bündelweise gelagert und in verschiedenen Richtungen horizontal sich kreuzend, nicht in denselben zu enden scheinen. Wie diese Puncte ist auch das Verhalten des Sehnerven zum Vier- und Sehhügel, und dasjenige des *Fornix* zu dem letzteren nicht ganz klar, so dass es als sehr erfreulich erscheint, dass wenigstens eine andere Hauptfrage sich ziemlich sicher beantworten lässt. Untersucht man den äusseren Theil der Sehhügel, so findet man, dass derselbe an eine bedeutende Masse weisser Substanz anstösst, die auf den ersten Blick als Fortsetzung der Basis der Hirnstiele unten und aussen am Sehhügel, zwischen Linsenkern und geschwänztem Kern des Streifenhügels hindurch, geraden Weges in das Mark der Hemisphären eingeht. Bei näherer Besichtigung ergibt sich, dass diese weisse Substanz zum Theil, wie schon oben angegeben wurde, in den Streifenhügel, namentlich in den Linsenkern eingeht, zum Theil von aussen nach innen aus der Hemisphäre in den Sehhügel ausstrahlt. Es treten nämlich von ihr aus schon von blossem Auge sichtbare, sehr zahlreiche weisse Bündel in der ganzen Höhe der *Thalami* in diese ein, verlaufen nach der oberen Fläche, dem oberen inneren Rande und gegen das *Pulvinar* zu und verlieren sich schliesslich gerade ebenso, wie die aus dem Hirnstiel in das *Corpus striatum* sich fortsetzenden Fasern, d. h. es lösen sich diese Bündel, die anfänglich Elemente von 0,0012 — 0,0025‴ führen, zuletzt in äusserst dichte Verflechtungen der allerfeinsten Fasern von 0,0004 — 0,0008‴ auf, deren wirkliche Endigungen nicht zu verfolgen sind.

Ich berühre noch den Bau einiger mit den beschriebenen Ganglien in Zusammenhang stehenden Gebilde. Die *Substantia nigra* der Hirnstiele enthält ganz ähnliche pigmentirte Zellen, wie die *Substantia*

ferruginea (Fig. 142.), nur meist etwas kleiner, selten über 0,028‴ Länge und mit weniger Fortsätzen (meist 2—3), umgeben von Nervenfasern

Fig. 142.

der allerfeinsten Art und stärkeren Röhren von 0,002—003‴ im Mittel, zum Theil selbst von 0,004—0,005‴. Die *Commissura mollis* führt Zellen mit 1, 2, 3 und mehr Fortsätzen und leicht pigmentirtem, körnigem Inhalt von der Grösse der grössten Zellen der Hirnrinde und noch grösser (siehe unten), daneben sehr viele netzförmig angeordnete, senkrecht und horizontal verlaufende feine Fasern von 0,0012—0,0016‴, mit noch feineren unter 0,001‴ und einzelnen stärkeren bis 0,004‴. Die *Glandula pinealis* enthält blasse rundliche Zellen (Fig. 144.) ohne alle Fortsätze und spärliche Nervenfasern von 0,001—0,002‴, ausserdem meist viel Hirnsand (siehe §. 120). Die Stiele derselben, ihre Ausläufer nach

Fig. 143.



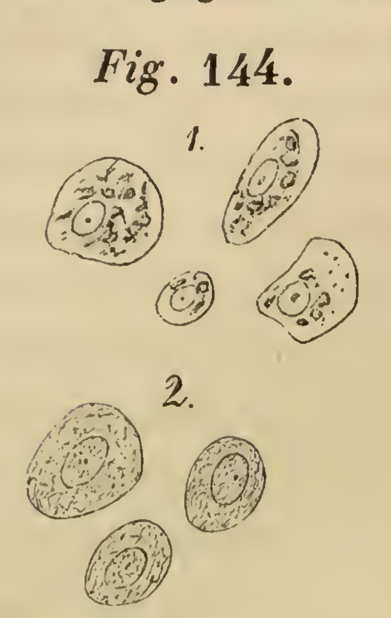
vorn u. die *Commissura posterior* führen Fasern von 0,001—0,003‴, zum Theil auch von den allerfeinsten, die grösstentheils einander parallel, jedoch nicht in Bündeln verlaufen und bei der Commissur in den Sehhügeln sich verlieren. Der Boden des dritten Ventrikels zeigt unmittelbar unter und hinter der vorderen *Commissur* schöne Zellen (Fig. 143.) mit 1—4 zum Theil sehr starken (bis zu 0,004‴) Fortsätzen, die, von 0,02 bis 0,036‴ die Mehrzahl, mit kleineren bis zu 0,01 u. 0,006‴ herab untermischt und ähnlich den ausgezeich-

Fig. 142. Nervenzellen der *Subst. nigra* der Hirnstiele d. Menschen, 350mal vergr.

Fig. 143. Nervenzellen vom Boden des dritten Ventrikels unter der *Commissura anterior*, 350 mal vergr. Vom Menschen.

netsten der bisher beschriebenen sind, nur ohne alles Pigment und mit ganz feinkörnigem Inhalt. Dieselben liegen in grosser Zahl in reichen Plexus feiner Röhren von 0,0004—0,0012‴ und finden sich, wenn auch nicht in der angegebenen Grösse, doch sonst ganz ähnlich auch im *Corpus mamillare* ebenfalls mit den zahlreichsten feinsten Fasern gemengt und noch kleiner, von 0,008—0,012‴, meist nur mit zwei Fortsätzen im *Tuber cinereum*. Die *Hypophysis cerebri* enthält keine Nervenröhren. Sie gibt beim Einschneiden einen graulichen milchigen Saft, der aus Flüssigkeit, rundlich eckigen Zellen (Fig. 144.) von 0,004—0,008‴ die meisten, 0,003—0,012‴ in den Extremen und aus gelblichen Pigmentkörnchen, die auch in ungeheuren Massen frei sich finden, besteht. Manche der Zellen sehen eigenthümlich hell aus und lassen zum Theil auch bei Essigsäurezusatz keine Kerne hervortreten.

Fig. 144.



§. 119.

Hemisphären des grossen Gehirns. Die weisse Substanz der Halbkugeln des grossen Hirns besteht durchweg aus Nervenröhren ohne irgend welche Beimengung von grauer Substanz und zwar haben dieselben überall die bekannten Charactere dunkelrandiger centraler Fasern und einen von 0,0012 – 0,003‴ schwankenden, bei der Mehrzahl 0,002‴ und darunter haltenden Durchmesser. Ueber ihren Verlauf ist es äusserst schwer etwas Zusammenhängendes zu ermitteln. Durch das Mikroskop erfährt man an guten Chromsäurepräparaten nur, wie sie in den verschiedenen Orten verlaufen, ob parallel oder netzförmig, vertikal oder horizontal u. s. w., nicht aber wie eine Faser auf grösseren Strecken sich verhält, woher sie kommt und wo sie endet, und ebenso oder noch unvollständiger ist, was die Verfolgung des Faserverlaufes mit dem Messer am erhärteten Gehirne lehrt, indem auf diese Weise sehr häufig dem wirklichen Faserverlauf entweder ganz widersprechende oder doch denselben nicht getreu wiedergebende Resultate erhalten werden. Nur wenn man beide Methoden mit der gehörigen Umsicht verbindet und mit Ausdauer anwendet, wird es gelingen, der Wahrheit immer näher zu kommen. Was mich betrifft, so habe ich zu einer speciellen Untersuchung der Markmasse des grossen Hirns auf dem angedeuteten, noch nicht betretenen und sehr mühsamen Wege noch nicht die gehörige Musse gefunden,

Fig. 144. 1. Zellen aus der *Hypophysis cerebri*; 2. Nervenzellen aus der *Glandula pinealis*, 350 mal vergr. Vom Menschen.

immerhin will ich bemerken, dass nach Allem, was ich sah, die durch die gewöhnliche bekannte Methode erhaltenen Resultate, wie sie z. B. in *Arnold's Icones anatomicae* so schön sich wiedergegeben finden, in Vielem auch durch das Mikroskop bestätigt werden. So ist es gewiss, dass die Hauptfaserzüge des Hemisphärenmarkes von allen Stellen der Oberfläche theils gegen den Balken, theils gegen Seh- und Streifenhügel hingehen (Balkenstrahlung und Stabkranz), ferner dass diese zwei Fasermassen einem bedeutenden Theile nach sich durchkreuzen. Dagegen gibt das Mikroskop eine gründliche Widerlegung, wenn man die Fasern der Hirnstiele Alle oder auch nur dem grossen Theile nach in die Markmasse der Hemisphären sich fortsetzen lässt. — Die Fasern der erwähnten Hauptzüge verlaufen nie in Netzen oder Bündeln, sondern alle einander parallel und meist auch gerade und gehen unzweifelhaft vom Balken und den Ganglien des grossen Hirnes aus bis zur oberflächlichen grauen Substanz, wobei es unausgemacht bleiben muss, ob dieselben in ihrem Vorschreiten sich theilen oder nicht. Ausser diesen Fasern enthalten aber die Hemisphären, auch abgesehen von der *Commissura anterior*, vom Gewölbe und dem Ursprunge des Opticus, noch andere, die unter einem rechten Winkel mit denselben sich kreuzen. Ich fand dieselben einmal an der äusseren Seite der Streifenhügel, wo sie zum Theil zu den Fasern gehören, die aus den Hemisphären in den Streifenhügel eintreten und in ihm enden, vielleicht auch zum Theil zu der Ausstrahlung des Balkens in den Unterlappen, und zweitens in den oberflächlichsten Lagen der weissen Substanz, unfern der grauen Belegungsmasse, wo dieselben in nicht unbeträchtlicher Zahl und zum Theil auch schief verlaufend vorkommen und in Bezug auf ihre Herkunft sich nicht ergründen liessen. Ob ausser diesen Faserzügen noch andere und welche sich finden, muss die Zukunft lehren.

Die graue Substanz der Windungen liegt in Betreff ihres feineren Baues ziemlich offen da (Taf. IV. Fig. 2). Man unterscheidet an derselben am passendsten drei Lagen, eine äussere weisse *e*, eine mittlere reingraue *d* und eine innere gelbröthliche *b*. Die letztere, welche an Dicke den beiden andern meist gleichkommt, hat gewöhnlich an ihrer äussersten Gränze einen helleren, oft fast weissen Streifen *c* und hie und da weiter innen eine zweite schmälere und minder weisse Lage, so dass dann vier oder selbst folgende sechs Lagen da sind: 1) gelbröthliche Lage, innerer Theil, 2) erster weisser Streifen, 3) gelbröthliche Lage, äusserer Theil, 4) zweiter weisser Streifen, 5) graue Schicht, 6) oberflächliche weisse Lage. Die graue Substanz enthält in ihrer ganzen Dicke sowohl Nervenzellen als Nervenfasern und ausserdem noch viel körnige

Grundmasse, gerade wie die des kleinen Gehirns. Die Nervenzellen sind nicht leicht zu erforschen, ausser in Chromsäurepräparaten und stimmen in allen drei Lagen insofern überein, als sie weitaus die meisten 1 bis 6 Fortsätze besitzen, die vielfach sich verästeln und schliesslich in äusserst feine blasse Fäserchen von circa 0,0004''' auslaufen, weichen jedoch in Bezug auf Grösse, Menge u. s. w. in einigen Beziehungen ab. In der oberflächlichen weissen Schicht sind die Zellen (Fig. 145.) spärlich und liegen vereinzelt in viel feinkörniger Grundsubstanz. Ihre Grösse beträgt 0,004—0,008''', die Kerne mit oft deutlichem Nucleolus meist nicht viel weniger, in welchem Falle dann oft die Zellmembran kaum zu erkennen ist. Die meisten dieser Zellen (ob Alle, ist bei ihrer Zartheit und schwierigen Darstellung kaum zu entscheiden) haben 1 oder 2 Fortsätze, die zum Theil weit, in einem Falle auf 0,054''', sich verfolgen lassen und auch häufig an den Rändern des Präparates zum Vorschein kommen, ohne dass man ihrer Zellen gewahr wird, in welchem Falle man sich nur davor zu hüten hat, dieselben nicht mit Axencylindern oder gedehnten feinsten Nervenröhren zusammenzuwerfen. Grössere Zellen bis zu 0,02''' sah ich nur in dem grauen Theil der *Subst. alba reticularis* am *Lobus inferior* mit schönen Kernen, braunen Körnern und Inhalt, und ebenfalls mit Fortsätzen. — Die mittlere oder reingraue Schicht ist am reichsten an Zellen und stehen dieselben hier gehäuft, eine nahe an der andern, ebenfalls in körniger Grundsubstanz. Ihre Grösse variirt sehr bedeutend, indem theils ganz kleine von 0,003—0,005''', oft fast nur wie Kerne sich ausnehmend, anderseits auch viele grössere bis zu 0,016 und 0,02''' sich finden (Fig. 146). Die Gestalt derselben ist birn- oder spindelförmig, drei- oder vieleckig, auch wohl mehr rundlich, die Fortsätze sind bei weitaus den meisten Zellen zu 1—6, gewöhnlich zu 3, 4 oder 5 vorhanden und wo dies nicht der Fall ist, möchten dieselben durch die Präparation abgerissen sein, da Verstümmelungen der im Ganzen sehr zarten Zellen äusserst leicht sich ereignen. In der innersten gelbröthlichen Lage endlich sind die Zellen wieder etwas spärlicher, doch immer noch recht häufig, sonst ebenso beschaffen, wie in der grauen Schicht. Alle Zellen der grauen Substanz haben einen bald blassen, bald pigmentirten Inhalt. Der letztere findet sich besonders häufig in den grösseren Zellen der beiden inneren Schichten und namentlich

Fig. 145.

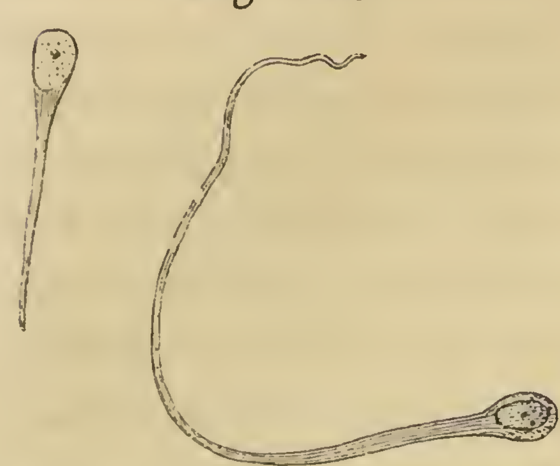
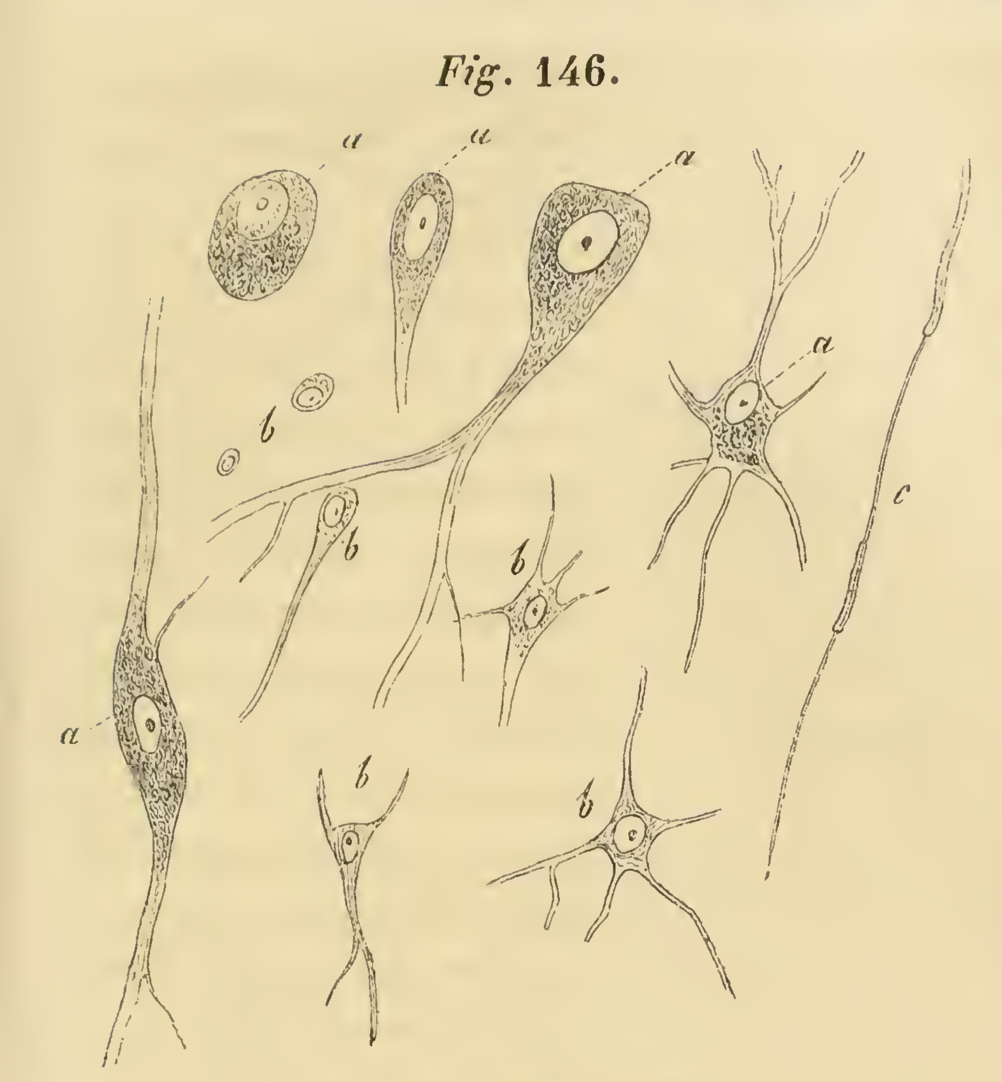


Fig. 145. Nervenzellen aus der oberflächlichen weissen Schicht der Rinde des grossen Gehirns des Menschen, 350 mal vergr.

Fig. 146.

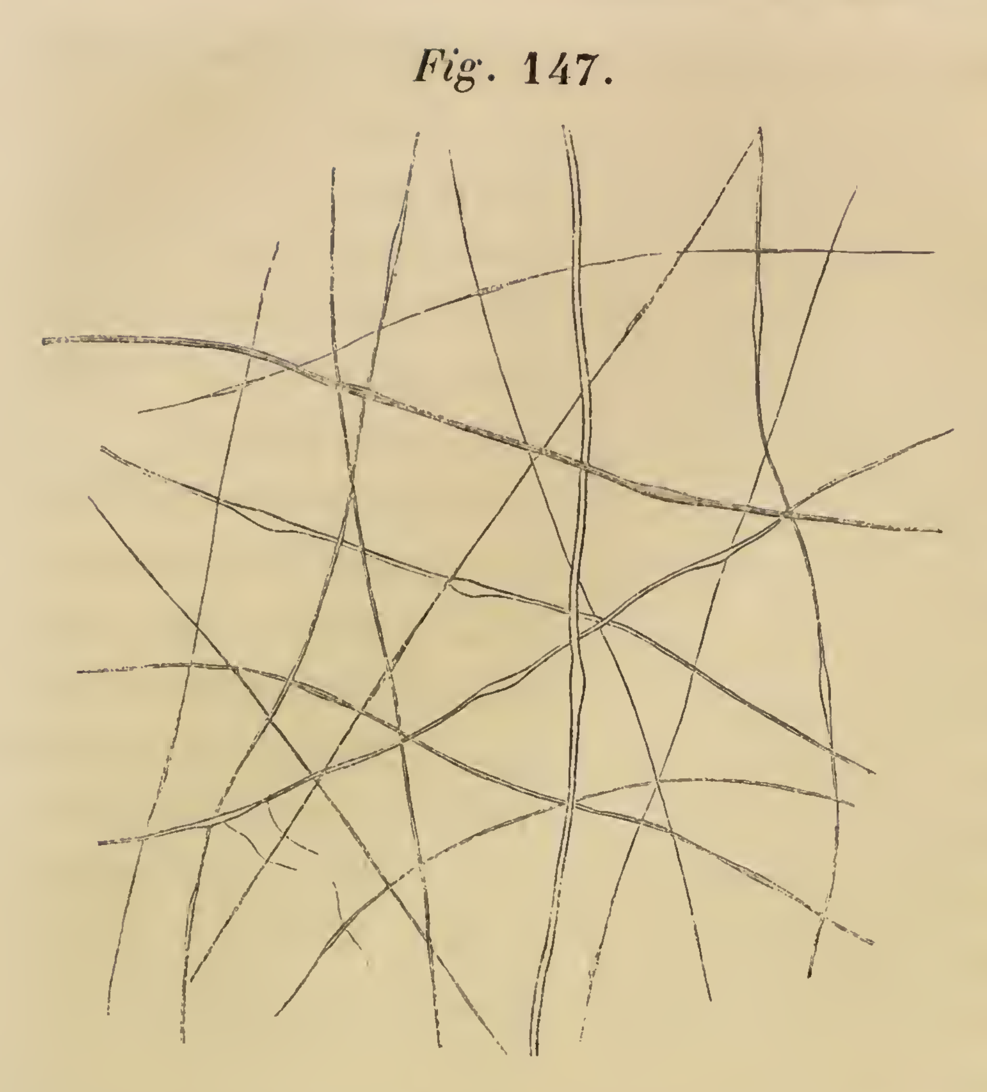


bei alten Leuten, während in den Blüthejahren und in der weissen oberflächlichen Lage bräunliche Pigmentkörner zwar nicht ganz fehlen, doch seltener sich finden.

Die Nervenröhren der grauen Substanz der Windungen stammen, wie leicht nachzuweisen ist, aus der Marksubstanz der Hemisphären und dringen, Bündel an Bündel, geraden Weges und alle einander parallel in die gelbröthliche Schicht ein (Taf. IV. Fig. 2). Hier lösen sich schon eine Menge Röhren von denselben ab und durchziehen nach allen Richtungen, besonders aber parallel der Oberfläche und somit mit den Hauptbündeln sich kreuzend, die gelbröthliche Schicht. Häufen sich diese horizontal verlaufenden Fasern stärker an, so entstehen die beschriebenen weisseren oder helleren Streifen in dieser Schicht, von denen der äussere gerade an der Stelle liegt, wo die in die graue Substanz eintretenden Bündel sich verlieren. Indem diese nämlich weiter nach aussen gehen, werden sie durch seitliche Faserabgabe und durch Verfeinerung und Auflösung ihrer Elemente immer dünner, bis sie, an der grauen Schicht angelangt, dem Blicke sich entziehen, jedoch bei genauer Verfolgung als vielfach verflochtene allerfeinste Fäserchen von kaum noch dunklen Contouren auch in dieser sich nachweisen lassen. Nur eine gewisse, jedoch geringere Zahl von Fasern gibt, an der reingrauen Schicht angelangt, ihre Breite und dunklen Contouren nicht auf, sondern setzt in geradem oder schiefem Verlauf durch dieselbe hindurch, um in der äussern weissen Schicht horizontal weiter zu verlaufen. In dieser finden sich nämlich eine bedeutende Zahl feinerer, feinster und allerfeinster Röhren (Fig. 147.) in verschiedenen Richtungen sich durchkreuzend und in mehreren Lagen übereinander, deren Hauptquelle offenbar die aus der grauröthlichen Schicht abstammenden Röhren sind, vielleicht auch, wie *Remak* annimmt, an

Fig. 146. Aus den inneren Theilen der grauen Schicht der Windungen des Menschenhirns, 350 mal vergr. Nervenzellen, *a*. grössere, *b*. kleinere, *c*. Nervenfasern mit Axencylinder.

Fig. 147.



der Hirnbasis das Knie des Balkens. Wie diese Fasern zu den Zellen in der weissen Schicht sich verhalten, ist zweifelhaft, so viel ist jedoch sicher, dass manche derselben in die grauröthliche Substanz, von der sie herkommen, wieder zurückbiegen, mit anderen Worten, Schlingen bilden, wie sie *Valentin* zuerst beschrieben hat. Wenn *Remak* diese Schlingen nicht finden konnte, so muss dies von der Art und Weise, wie er seine Schnitte anfertigte und behandelte, herrühren, ich wenigstens habe dieselben an mit Natron behandelten Chromsäurepräparaten sehr häufig und so bestimmt gesehen, dass ich *Valentin*, der dieselben auch bei neulich wiederholter Untersuchung fand, ganz beistimmen muss. Ebenso sah ich auch in der grauröthlichen Substanz einzelne Schlingen mit nahe beisammenliegenden Schenkeln und ebenfalls der Oberfläche des Gehirns zugewendeter Convexität derselben. — Der Durchmesser der Nervenröhren in der grauen Substanz varirt nicht unbedeutend. Die Bündel der grauröthlichen Substanz enthalten anfangs Elemente von 0,0012—0,003‴, verschmälern sich aber schliesslich fast alle zu 0,001‴ und nehmen in der grauen Substanz den geringsten Durchmesser der Nervenröhren von 0,0004—0,0008‴ an. Die innerhalb der grauröthlichen Schicht von diesen Bündeln abgehenden Fasern sind zum Theil von derselben Stärke wie in den Bündeln, so namentlich die des stärkeren weissen Streifens, zum Theil feiner. Stärker bis zu 0,003‴ sind auch in der Regel die aus den Bündeln in die oberflächliche weisse Substanz übergehenden Fasern, von denen viele Schlingen bilden, doch finden sich neben diesen auch von den feinsten Fäserchen von 0,0004‴ in dieser Schicht. — Einen Zusammenhang der Nervenzellen und Nervenröhren fand ich auch in der Rinde des grossen Hirnes trotz alles Suchens nicht, doch wurde mir das Vorkommen eines solchen nirgends so wahrscheinlich wie hier, wo die Nervenfasern beson-

Fig. 147. Feinste Nervenröhren der oberflächlichen weissen Substanz des Hirns des Menschen, 350 mal vergr.

ders in der reingrauen Schicht fast täuschend das Ansehen der Fortsätze der Zellen annehmen und auf jeden Fall enden. Es giebt hier eine Unmasse von Nervenröhren, die so fein und blass sind, dass man sie kaum zu denselben zählen würde, wenn sie nicht gerader verliefen als die Fortsätze und nicht einzelne spärliche, namentlich bei Natronzusatz hervortretende zarte Varicositäten besässen. Wenn irgendwo in den Centralorganen, so kommt hier ein Nervenröhrenursprung vor, doch wird es auch begreiflich, dass derselbe sich noch nicht beobachten liess, wenn man die Zartheit der Gebilde, um die es hier sich handelt, kennt. — Auch in der grauen Hirnrinde sah ich nirgends Theilungen der Röhren und doch könnten sie mir hier, wenn vorhanden, kaum entgangen sein, da ich Nervenröhren auf lange Strecken zu überschauen hinreichend Gelegenheit hatte.

Der Balken, *Corpus callosum*, enthält nur an einer kleinen Stelle eine Art grauer Substanz, nämlich an den vordern Theilen des Stammes desselben über dem *Septum pellucidum*, dem *Fornix* und dem Streifenhügel, in Gestalt mattgrauer, in weisse Substanz eingestreuter Streifen, in denen das Mikroskop keine Zellen, sondern nur helle Bläschen von 0,003 — 0,004‴ wie Kerne mitten unter vielen Nervenröhren, gerade wie in den Nervenbündeln des Streifenhügels aufdeckt. Ausserdem sah *Valentin* (*Nervenl.* pg. 244) bisweilen an der Oberfläche des Balkens zwischen der *Raphe* und den *Striae obtectae* einen zarten grauen Anflug mit hellen Nervenkörpern, der mit der *Fasciola cinerea*, die in die *Fascia dentata* des *Pes hippocampi major* sich fortsetzt (s. *Arnold Bemerk.* pg. 87) identisch zu sein scheint; sonst ist der Balken rein markig mit parallelen Nervenfasern von ganz demselben Ansehen und Durchmesser wie die der Markmasse der Hemisphären. Ebenso verhält sich auch die *Commissura anterior* und der *Fornix*, der jedoch sehr mannigfach mit grauer Substanz in Berührung kommt, wie im Sehhügel, aus dessen *Tuberculum anterius* seine *Radix descendens* hervorkommt, im *Corpus mamillare* (siehe oben §. 118), am Anfang der *Radix ascendens*, am Boden des 3. Ventrikels, gegen den einige zarte Bündel der *Radix ascendens* auslaufen und an seiner Verbindungsstelle mit dem *Septum pellucidum*, das neben einem gewöhnlichen, dicken, viel Bindegewebe und *Corpuscula amylacea* (siehe §. 120) zeigenden Ueberzug viele Netze feinster Nervenfasern und Nervenzellen, gerade wie das *Tuber cinereum*, zeigt. Die Fasern des *Fornix* messen, wo er weiss ist, 0,0008 — 0,005‴, meist 0,002 — 0,003‴; im Sehhügel (im oberen Theil) und im *Corpus mamillare* sind dieselben nur von der feinsten Art von 0,0004 — 0,001‴. Das Ammonshorn und die Vogelsklaue verhalten sich fast wie

Windungen der Hemisphären, doch findet sich in der grauen Substanz des ersteren ein besonderer Streifen, der vorzüglich runde Zellen ohne Fortsätze, eine dicht an die andere gedrängt, enthält. Nach *Todd-Bowman* (I. pg. 284) soll die weisse innere Lage der Hirnwindungen am Unterhorn eine Schicht von Kernen gerade wie das kleine Gehirn enthalten, wovon ich bisher noch nichts sah.

Schliesslich ist noch von dem Ursprunge der zwei ersten Nervenpaare zu reden. Der *Olfactorius* entspringt in seinem Tractus bekanntlich mit drei Wurzeln. Die mittlere sogenannte graue Wurzel ist einfach eine Fortsetzung der grauen Substanz der Hirnwindungen an der Basis des Vorderlappens, die innere weisse verliert sich in dem Anfang des *Gyrus fornicatus Arnold's*, und den Stielen des *Septum*, die äussere endlich steht nach *Foville* mit dem Unterlappen, dem Ende des *Cornu Ammonis* (*Limbus* und *Fascia dentata*), dem *Nucleus lenticularis corp. striati* und mit zarten Fäserchen auch mit der *Commissura anterior* im *Corp. striatum* drin in Verbindung. Wie diese verschiedenen Wurzeln in Bezug auf den Ursprung der Fasern sich verhalten, ist unbekannt. Im weissen Theil des *Tractus olfactorius* findet man feine Nervenfasern von 0,0004 — höchstens 0,002‴, die feinsten blassrandig, wahrscheinlich marklos, und ausserdem auch graue Substanz aus feinkörniger Masse und Zellen von 0,007 — 0,008‴. Dieselben Zellen und auch noch kleinere bis 0,003‴ herab, viele mit verästelten Fortsätzen, bilden den *Bulbus N. olfactorii,* untermengt mit vielen feinen Fasern (Fig. 159), deren Verhältniss zu den Zellen und zu den eigentlichen Geruchsnerven sich nicht ermitteln lässt. — Der *Nervus opticus* entspringt mit seinem *Tractus,* in zwei Schenkel gespalten, von den *Corpora geniculata* und den Vierhügeln und Sehhügeln und steht ausserdem noch mit den Hirnstielen, der *Subst. perf. antica*, dem *Tuber cinereum* und der *Lamina terminalis* in Verbindung. Wo seine Fasern, dunkle Röhren von 0,002‴, entspringen, ist beim Menschen unbekannt, nach Experimenten an Thieren zu schliessen, vorzüglich in den Vierhügeln, dagegen weiss man, dass dieselben im *Chiasma* grösstentheils sich kreuzen. In diesem finden sich ausserdem noch, wie *Arnold, Todd-Bowman* u. A. angeben, 1) Fasern, die sich nicht kreuzen, sondern aus dem *Tractus* in den *Opticus* ihrer Seite übergehen und 2) commissurenartige Fasern und zwar hintere, die eine Commissur der beiden Ursprungsstellen der Sehnerven bilden würden und vordere, die nur die *Retinae* vereinigen könnten. Die Existenz der erstgenannten Fasern ist sicher, doch sind dieselben, wie *Todd-Bowman* richtig angeben, viel spärlicher als die sich kreuzenden Elemente, allein auch die andern können kaum geleugnet werden. Physiologisch kann

eine Commissur der Sehhügel und Vierhügel wohl gedeutet werden, aber auch eine Commissur der *Retinae* erscheint nicht gerade unmöglich, seit wir wissen, dass die Retina graue Substanz und in derselben Nervenzellen mit verästelten Fortsätzen enthält.

Am Ende der Schilderung des Baues des centralen Nervensystems angelangt, kann ich nicht umhin zu bemerken, dass ich gar wohl fühle, wie manche Lücken noch unausgefüllt, wie manche wichtige Puncte unerledigt bleiben. Es musste jedoch einmal der Versuch gemacht werden, diese Theile auch topographisch im Ganzen zu behandeln, namentlich mit Bezug auf das Verhalten der Elementartheile. Fernere Untersuchungen werden die noch dunkel gebliebenen Verhältnisse immer mehr beleuchten und so wird die Anatomie am Ende doch dazu kommen, das Gesetzmässige im Bau des Gehirnes und Rückenmarks aufzufassen und der Physiologie und Pathologie eine sichere Basis für ihre Lehren darzubieten.

Wie die Nervenfasern im Gehirn und anderwärts entspringen, ist, wie wir sahen, nicht zu beobachten, doch zweifle ich für mich nicht daran, dass ersteres analog wie in den Ganglien sein wird, so dass Nervenzellen, und vor allem kleinere, mit ihren Fortsätzen in Anfangs blasse feinste Fasern sich fortsetzen, die später markhaltig werden. Ob die Schlingen, die in den Windungen des grossen Gehirns bestimmt vorkommen und die ich auch in den Streifenhügeln sah, Endigungen sind oder ob freie Ausläufer vorkommen, wissen wir nicht, um so weniger, da sich ja nicht einmal behaupten lässt, dass gewisse Fasern wirklich enden. Es liegt zwar nahe anzunehmen, dass die Balkenfasern und die Commissurenfasern überhaupt in der einen Hemisphäre im Zusammenhang mit Zellen beginnen, in der andern enden und dass die Fasern, die von der Oberfläche der Windungen zu den Seh- und Streifenhügeln gehen, in den letztern ausgehen, allein behaupten, dass dem so sei, kann man trotz der gesehenen Schlingen nicht, denn es könnten ja diese letztern gar keine Endigungen sein und die angegebenen Fasern Alle, da und dort mit Nervenzellen im Zusammenhang stehen. Ein Ursprung von Nervenfasern ohne Zusammenhang mit Zellen wäre gegen alle Analogie, doch muss man in einem so dunklen Gebiete immerhin auf manches Neue gefasst sein und keine Möglichkeit von vorne herein ganz verwerfen. — Mehrere Autoren glauben Theilungen der Nervenröhren in den Centralorganen gesehen zu haben, so von Aelteren *Ehrenberg*, *Volkmann*, *E. H. Weber* und neuerdings auch *Hessling (Fr. Notizen. Apr.* 1849) im Gehirn von *Cyprinus alburnus* und zwar in den Ganglien im *Lob. opticus*, so dass eine Faser in 2—3 Fasern sich spaltete, die wiederum sich theilen konnten. Ich will namentlich die letztere Angabe nicht bezweifeln, kann jedoch nicht unterlassen zu bemerken, dass ich im Gehirn des Menschen vergeblich nach Theilungen forschte und viele Hunderte von Fasern aus der grauen Substanz unter den günstigsten Verhältnissen vor mir hatte, die nichts von solchen darboten. Nur im Rückenmarke sah ich einmal (siehe oben) eine Andeutung einer Spaltung. — Die graue Substanz besteht nicht durchweg aus Zellen, wie *Valentin* annahm, vielmehr kommen im kleinen und grossen Hirn namhafte Massen einfach körniger

Grundsubstanz und im erstern auch freie Kerne ganz bestimmt vor. Die Zellen sind mit Ausnahme weniger Stellen (*Gl. pinealis*, *Hypophysis*, Ammonshorn zum Theil) weit aus die meisten, wie auch im Mark, mit Fortsätzen versehen, ja wenn man mit gehöriger Vorsicht oder an Chromsäurepräparaten untersucht, so möchte man fast glauben, dass Zellen ohne Ausläufer gar nicht sich finden, doch gelangt man begreiflich zu keinem ganz bestimmten Entscheid.

Ich gebe in Folgendem noch einige Andeutungen über den Faserverlauf im grossen Gehirn. Fragen wir zuerst, wie die sensiblen und motorischen Bündel des Markes, die, wie wir sahen, die *Medulla oblongata* und den *Pons* durchsetzen und wahrscheinlich gar nicht in das *Cerebellum* eingehen, im grossen Gehirn sich verhalten, so gibt uns die Anatomie die Antwort, dass dieselben ohne Unterbrechung in die Hirnstiele und in die Grosshirnganglien sich erstrecken, hier jedoch grösstentheils sich verlieren. In die Vierhügel geht die vom Olivarstrang abstammende und daher wahrscheinlich motorische Schleife (*Laqueus*), in die Sehhügel die übrigen Fasern der Haube, d. h. Fortsetzungen der *Fasciculi graciles*, *cuneati* und *laterales*, der untern Hälfte des Olivarstranges, der *Eminentiae teretes*, also vorzüglich sensible, aber auch motorische Fasern, nebstdem die wahrscheinlich weder sensiblen, noch motorischen *Crura cerebelli ad cerebrum*, in die Streifenhügel endlich die Basis der Hirnstiele, mithin vorwiegend motorische Fasern. Es ist leicht zu sehen, dass die grosse Mehrzahl dieser Fasern in den genannten Ganglien endet und nicht über dieselben hinausgeht, doch ist die Anatomie allerdings nicht im Stande, das Verhalten der Endigungen (Ursprünge) genau zu bestimmen, noch auch zu entscheiden, ob alle Fasern der Hirnstiele in den Hirnganglien sich verlieren. Nimmt man physiologische Thatsachen zu Hülfe, so ergiebt sich, man kann wohl sagen mit Bestimmtheit, dass wenigstens keine sensiblen und motorischen Fasern in das Mark und in die Rinde der Hemisphären des grossen Hirns eingehen, da diese Theile gerade wie die entsprechenden des *Cerebellum* bei Verletzungen und Reitzungen weder Schmerzen noch Bewegungen veranlassen. Das jedoch lässt sich auf diesem Wege nicht entscheiden, ob die Fasern der *Crura cerebelli ad cerebrum* nur zu den Hirnganglien (Sehhügel) oder noch weiter gehen, ferner ob die Hirnstiele nicht vielleicht auch andere, etwa von den Hemisphären oder den Hirnganglien zu dem *Pons* oder der *Medulla oblongata* sich erstreckende Fasern führen. Demzufolge scheinen die motorischen Fasern des Markes (und der Nerven) vorzüglich im Streifenhügel zum Theil auch in den Seh- und Vierhügeln, die sensiblen in den Sehhügeln zu entspringen, eine Annahme, mit der auch die pathologischen Erfahrungen beim Menschen ganz gut, weniger die Resultate der Experimente bei Thieren übereinstimmen. Erstere lehren, dass Apoplexien oder Erweichungen der Streifen- und Sehhügel ohne Ausnahme mit grösseren oder geringeren Störungen der bewussten Empfindung und willkürlichen Bewegung, ja mit gänzlicher Aufhebung dieser Functionen auf der entgegengesetzten Körperhälfte verbunden sind, während die geistigen Thätigkeiten, Denken, Bewusstsein und Wille, wenn nur die ersten Wirkungen des Leidens vorüber sind, sehr wenig oder gar nicht ergriffen sich zeigen. Die Experimente an Thieren ergeben, was die Bewegung be-

trifft, Folgendes: 1) die Hirnstiele ziehen gereizt Muskelcontractionen nach sich und führen halbseitig durchschnitten (*Longet*, *Schiff*) zu den bekannten Drehbewegungen. 2) Oberflächliche Reizungen der Vierhügel veranlassen keine Bewegungen, wohl aber entstehen solche, wenn man mit einem verletzenden Instrumente in die Tiefe bis zur weissen Substanz unter denselben (Haube) eindringt. 3) Die Sehhügel sollen nach *Longet* bei lebenden Thieren gereizt und bedeutend zerstört (*dilacérées*) werden können, ohne dass Muskelbewegungen entstehen, während *Valentin* (*Phys. II. pg.* 461) in solchen Fällen Contractionen einzelner Muskeln sah. Verletzt man, ohne die Hemisphären abzutragen, einen Sehhügel, so entstehen Drehbewegungen wie nach Durchschneidung der Hirnstiele; wird ein Sehhügel mit Hemisphären und Streifenhügel ganz abgetragen, so fallen die Thiere auf die entgegengesetzte Seite und sind, wenn auch nicht ganz vollständig, halbseitig gelähmt. 4) Entfernt man beide Streifenhügel bei Thieren, so können sie, wenn man sie irritirt, noch alle vier Glieder gebrauchen; reizt man dieselben, so bewegen sie sich, wie von unwiderstehlichen Kräften getrieben, mit grosser Schnelligkeit, bis sie erschöpft sind oder ein Hinderniss finden, und dasselbe geschieht auch (*Schiff*, *de vi motoria baseos encephali* 1845. pg. 8), wenn man durch einen Schnitt Streifenhügel und Hemisphäre trennt. Schneidet man einen Streifenhügel aus, so werden nach *Magendie* die Thiere unruhig und können mit Mühe stehen, was jedoch *Schiff* (l. c.) nicht bestätigt fand. Reizt man die *Corp. striata*, so entstehen nie Bewegungen (*Longet*), doch glaubt *Valentin*, in einigen Fällen solche gesehen zu haben. Was die Empfindungen anlangt, so ist nach allgemeiner Uebereinstimmung bei Thieren ganz unempfindlich der Streifenhügel; der Sehhügel ist nach *Magendie* und *Schiff* etwas empfindlich, nach *Longet* unempfindlich, mit Bestimmtheit sensibel ist dagegen die Tiefe der Vierhügel und die Haube der Hirnstiele.

Halten wir diese Erfahrungen den anderen Thatsachen gegenüber, so kann die Unempfindlichkeit des Streifenhügels nicht auffallen, da keine sensiblen Fasern zu demselben sich verfolgen lassen, wohl aber die geringe Sensibilität des *Thalamus opticus* und dann das seltene Auftreten von Muskelzuckungen bei Reizung desselben und der *Corpora striata*, ja selbst der gänzliche Mangel derselben, Erscheinungen, welche dem, was die Anatomie ergiebt, gänzlich zu widersprechen scheinen. Ich glaube jedoch, dass folgende Betrachtung die Sache in ein richtiges Licht stellen wird. Die Sensibilität der Sehhügel anlangend, so hat man, wenn man dieselben nach Abtragung der Hemisphären reizt, wie es *Flourens* und *Longet* gethan zu haben scheinen, nur noch Ein Kriterium, um zu wissen, ob das Thier empfindet oder nicht, nämlich Bewegungen, wie sie sonst entstehen, wenn die Thiere Schmerz empfinden, Schreien, Zittern, ungestüme, schnell vorübergehende Bewegungen. Diese Bewegungen können nicht willkührlich entstehen, da die Hemisphären weggenommen sind, sondern nur durch Reflex und zwar allein vom *Thalamus opticus* aus, da die sensiblen Fasern, die in dieselben eingehen, nicht rückwärts centrifugal zum verlängerten Mark und *Pons* leiten. Nun scheint aber der *Thalamus* kein besonderer Vermittler solcher Reflexe zu sein, und es ist daher nicht auffallend, wenn Verletzungen desselben Thiere wenig afficiren, ja ich würde es selbst begreiflich finden,

31*

wenn diess gar nicht geschähe, wie *Longet* will. Vielleicht entstehen auch die Bewegungen, das Schreien, die man als Schmerzenszeichen genommen hat, nur wenn man gewisse Theile des *Thalamus* trifft, von wo aus durch die *Crura cerebelli ad cerebrum* das erstere Organ erregt werden kann (vgl. *Schiff* l. c. pg. 13). Die Bewegungen anlangend, so halte ich für unzweifelhaft, dass die Sehhügel motorische Centralorgane sind, denn wie will man die wider den Willen vorsichgehenden Drehbewegungen nach Section eines Hirnstieles oder eines Sehhügels anders erklären als durch die Annahme, dass in diesen Fällen die vom Willen unabhängigen motorischen Einflüsse des einen Sehhügels prävaliren. Es könnten nun freilich diese motorischen Einwirkungen sich ebenso verhalten, wie beim kleinen Gehirn, das einseitig eingeschnitten Drehbewegungen, freilich anderer Art (um die Längsaxe), veranlasst und hiermit würde dann übereinstimmen, dass die *Thalami* gereizt gerade wie das *Cerebellum* keine Zuckungen hervorrufen, allein eine nähere Betrachtung zeigt, dass eine solche Auffassungsweise nicht möglich ist. Das physiologische Experiment lehrt, dass noch die Hirnstiele gereizt Muskelcontractionen veranlassen, also eigentlich motorische Fasern enthalten. Wie kann man nun annehmen, dass die Sehhügel keine solchen mehr führen, da sie doch unmittelbar an die Hirnstiele stossen und die Anatomie aufs bestimmteste eine Continuität der Fasern beider Theile ergibt? Ich halte dies für unmöglich und glaube, dass wenn Reize der *Thalami* in manchen Fällen keine Contractionen veranlassen, diess einfach davon herrührt, dass motorische Fasern, die in grauer Substanz verlaufen, kaum mechanisch erregbar sind, wie wir es am deutlichsten am Marke sehen, durch dessen graue Substanz so schwer Bewegungen sich erzielen lassen. Auf gleiche Weise müssen auch meiner Ansicht nach die Resultate der Reizungsversuche der *Corpora striata* beurtheilt werden. Hier ist namentlich der oberflächliche *Nucleus caudatus* überaus reich an grauer Substanz und gerade diesen wählt man bei den Versuchen oder etwa noch den äussersten ähnlich beschaffenen Theil des *N. lenticularis.* Wenn die Basis der Hirnstiele evident motorisch ist, so wird man nicht annehmen wollen, dass deren Fasern auf einmal ihre Natur ändern, wenn sie in den *Nucleus lenticularis* eintreten. Ich betrachte daher auch die Streifenhügel als motorische Centralorgane wie die Sehhügel und möchte glauben, dass es bei Thieren gelingen sollte, durch Reizung der Nervenbündel in dem *Articulus I et II.* des *N. lenticularis* Bewegungen zu erzielen.

Alles Bemerkte zusammengehalten halte ich es für gerechtfertigt, die Ganglien des grossen Hirns als Centralapparate der Empfindung und Bewegung anzusehen, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass dieselben die einzigen solchen Organe sind. Für sehr wahrscheinlich halte ich es, dass alle motorischen und sensiblen Rückenmarksnerven in dieselben heraufgehen und in ihnen ihren Ursprung nehmen, und sicher ist, dass der *Opticus* als Centralorgan die Vierhügel hat, dagegen erscheint es unausgemacht, wie der *Acusticus* und die andern sensiblen und motorischen Kopfnerven sich verhalten, ob sie in der *Medulla oblongata* und dem *Pons*, vielleicht auch zum Theil im *Cerebellum* entspringen oder bis zu den Streifen- und Sehhügeln gehen, und vom *Olfactorius* kann wohl bestimmt angenommen werden, dass er theilweise anderswo herkömmt. Die Zukunft wird in Be-

zug auf diese Puncte den näheren Nachweis zu geben haben und dann wird es sich zeigen, ob auch der *Pons* und die *Medulla oblongata* einen d i r e c t e n Einfluss auf die Bewegungen und Empfindungen haben. — Noch kann bemerkt werden, dass den anatomischen Thatsachen zu Folge motorische Fasern von allen Theilen des Rumpfes und der Extremitäten durch die Pyramiden in die Basis der Hirnstiele und die *Corpora striata*, durch die Olivarstränge in Vierhügel und *Thalami optici* eingehen, welche motorische Fasern im Mark und in der *Medulla oblongata* vollständig sich kreuzen. Diess stimmt auch mit den Erfahrungen der Pathologie ganz überein, welche lehren, dass die Einwirkung der Hemisphären des Gehirns und der Hirnganglien auf die Bewegung eine ganz gekreuzte ist und dass es in denselben keine grösseren Regionen giebt, die etwa nur mit den vorderen oder nur mit den hintern Extremitäten in Verbindung stehen. Wenn Experimente an Thieren dem zu widersprechen scheinen (vergl. *Schiff* l. c.), so bedenke man, dass solche sehr verschiedene Deutungen zulassen, da bei dem bekannten grossen Einflusse der *Medulla oblongata*, des *Pons* und *Cerebellum* auf die Bewegungen schwer zu entscheiden ist, was auf Rechnung des grossen Hirns oder dieser Theile kommt. Auch vergesse man nicht, dass möglicher Weise beim Menschen sich denn doch Manches anders verhalten könnte als bei Thieren, und dass somit die anatomischen beim Menschen gefundenen Thatsachen doch die erste Berücksichtigung verdienen. Uebrigens sind die pathologischen Erfahrungen ebenfalls nur mit Vorsicht zu benutzen, da wegen der vielfachen Wechselwirkungen der einzelnen Hirntheile unter einander offenbar von einem und demselben Puncte aus verschiedene Effecte erzielt werden können. So ist, um nur eines zu erwähnen, aus einer nicht gekreuzten Wirkung eines Grosshirnleidens noch nicht auf den Mangel der Decussationen der Pyramiden und Vorderstränge des Markes zu schliessen; vielleicht sind in einem solchen Falle die sich kreuzenden *Proc. cerebelli ad cerebrum* afficirt und erregt das Leiden im rechten Sehhügel die linke Kleinhirnhemisphäre und bewirkt durch diese, die bekanntlich gekreuzt thätig ist, eine Lähmung der rechten Seite. Oder es können bei krankhaften Zuständen der Hirnganglien noch durch das *Cerebellum*, den *Pons*, die *Medulla obl.* Bewegungen auf der Seite erzielt werden, die man gelähmt glauben sollte. Kleine Leiden können durch Sympathie anderer Theile ganz ausgebreitete Wirkungen äussern, auf der andern Seite aber auch bedeutende Zerstörungen durch Compensation von anderen Puncten aus fast gar nicht bemerklich werden.

Der Faserverlauf in den noch nicht besprochenen Theilen des grossen Gehirnes ist im Einzelnen noch sehr wenig gekannt. Ich glaube, dass nach den vorliegenden Thatsachen folgende Fasersysteme angenommen werden können: 1) d a s F a s e r s y s t e m d e r *C o r o n a r a d i a t a*. Hierunter verstehe ich die Fasern, welche von den Sehhügeln und Streifenhügeln in die graue Substanz der Windungen ausstrahlen. Dieselben lassen sich in alle Hauptlappen der Hemisphären verfolgen und haben auf jeden Fall einen sehr bedeutenden Antheil an der Bildung der Markmasse des Hirns. Diejenigen Lappen, in die sie nicht eindringen, sind, wie *Arnold* (*Bemerkungen* pg. 73) angiebt, der *Gyrus fornicatus* und der Zwischenlappen (*Lobus opertus*, *Gyri breves*). Bisher liess man die *Corona radiata* von

den Hirnstielen in die Hemisphären ausstrahlen. Ich glaube aber gezeigt zu haben, dass die Hirnstiele grösstentheils im Vier- und Sehhügel und im Streifenhügel enden, wie diess schon mehrere Anatomen von einzelnen ihrer Elemente angenommen haben. Ob dieselben hier ganz enden oder mit einem kleinen Theile unter dem Sehhügel zwischen den zwei grossen Kernen des Streifenhügels in die Markmasse der Hemisphären eindringen, kann nicht entschieden werden, doch ist so viel sicher, dass die überwiegende Zahl der Elemente der *Corona radiata* von der grauen Substanz der *Gyri* aus in die Streifenhügel und besonders in die Sehhügel ausstrahlt und hier endet. Ueber das Verhalten dieser Fasern, die man immerhin als Fasern des Stabkranzes bezeichnen kann, an ihren beiden Enden ist oben schon das Wenige angegeben worden, was sich direct beobachten lässt, es wäre überflüssig, hieran noch weitere Vermuthungen zu knüpfen, nur soviel mag bemerkt werden, dass es aus physiologischen Gründen am passendsten erscheint, dieselben als von und zu den Hirnganglien leitende anzusehen. — 2) Ein zweites System ist das des Balkens, das ebenfalls in alle Hauptlappen des Gehirns eingeht und auch in die *Gyri breves*, nicht aber in den *Gyrus fornicatus* sich verfolgen lässt. Nach *Arnold* (l. c.) geht der Balkenwulst neben Fasern des Stabkranzes verlaufend in den Hinterlappen, an die Wand des Unterhornes und in den *Pes hippocampi major et minor* ein; der Körper strahlt zum Theil nach innen und oben in die Windungen an der *Fissura longitudinalis superior* aus, zum Theil mit der *Corona radiata* sich kreuzend (*Arnold*, Tab. X. fig. 4) in die äusseren Theile des mittleren Lappens, in den Unterlappen und in die *Gyri breves*, das Knie endlich setzt sich besonders in den Vorderlappen und zum Theil in den Zwischenlappen fort. 3) Die Ausstrahlung der vordern Commissur vereint die vordersten Theile der unteren Lappen, sie giebt einzelne Fasern an die Streifenhügel ab, die vielleicht wie die, welche von ihr zum *Olfactorius* gehen, diesem angehören. 4) Das System des *Fornix* ist der räthselhafteste von allen Theilen des Gehirns. Wenn auch die gröberen anatomischen Thatsachen ziemlich genau bekannt sind, so fehlt doch noch viel zur Kenntniss des eigentlichen Baues. Dass das eine Ende des *Fornix* im Sehhügel liegt, scheint sicher, indem die Fasern der *Radix descendens* in demselben, immer feiner werdend, ausstrahlen. Von hier aus gehen dieselben durch das *Corpus mamillare*, hier sich verfeinernd und mit grauer Substanz gemengt, in die *Radices ascendentes* und *Columnae* und geraden Weges in die Erhabenheiten des hinteren und unteren Hornes über. Wie dieselben hier sich verhalten, ist zweifelhaft; wahrscheinlich setzen sie sich mit der hier befindlichen grauen Substanz und mit dem Hacken des Unterlappens in Verbindung. Ausser vom Sehhügel bezieht der *Fornix* auch Fasern vom Boden des 3. Ventrikels (siehe oben) und steht mit dem *Septum pellucidum*, der *Taenia semicircularis*, der *Stria medullaris* am Sehhügel und durch sie mit der Zirbel in Zusammenhang, ohne dass sich etwas Genaueres über die Art desselben sagen liesse. *Arnold* betrachtet auch den *Gyrus fornicatus* als einen Theil, den peripherischen, des *Fornix*, entsprechend der Ausstrahlung des Balkens in die Windungen, eine Auffassung, der ich nicht folgen könnte. Liesse sich nachweisen, dass der *Fornix* mit seiner Markmasse in die des *Gyrus fornicatus* übergeht, so

wäre dieselbe allerdings begründet; allein an so etwas ist gar nicht zu denken, denn wenn auch das Verhalten der Fasern der genannten Windungen, d. h. ihr Ursprung sich nicht nachweisen lässt, so ist doch soviel sicher, dass dieselben lange nicht alle aus dem *Fornix* stammen. Ammonshorn und Vogelsklaue sind, wie ich glaube, von *Arnold* am genauesten geschildert worden. Dieselben setzen sich aus dem *Fornix*, dem Balken, dem *Gyrus fornicatus* und bestimmten Hirnwindungen zusammen, sind jedoch in Bezug auf die Einzelnheiten des Faserverlaufes nicht erforscht. — Noch erwähne ich, dass *Arnold* zwischen den einzelnen Windungen bogenförmige Markfasern annimmt, die dieselben verbinden. Ich habe oben horizontal verlaufende Fasern erwähnt, die in der Marksubstanz nahe an den Windungen denselben parallel verlaufen und könnte in sofern solche Fasern annehmen. Allein *Arnold* scheint zu glauben, dass in den Furchen zwischen den *Gyri* unmittelbar an der grauen Substanz nur solche Fasern da sind, was das Mikroskop bestimmt widerlegt, indem hier wie anderwärts die zahlreichsten Fasern geraden Weges in die Rinde eindringen. Wenn daher auch die *Arnold*'schen Bogenfasern an Spirituspräparaten sich leicht darstellen lassen, so beweist diess eben doch nicht, dass nur solche Elemente da sind und ist die Unmöglichkeit, die senkrechten Fasern mit dem Messer nachzuweisen, eben ein Zeichen, dass man zu gehöriger Würdigung der an solchen Präparaten erhaltenen Resultate immer auch noch des Mikroskopes bedarf.

Nimmt man die Ergebnisse der Physiologie und Pathologie zu den anatomischen Thatsachen hinzu, so lässt sich, wie mir scheint, mit Sicherheit behaupten, dass im ganzen grossen Gehirn mit Ausnahme der Hirnganglien und der Ursprünge des *Olfactorius* keine einzige sensible und motorische Faser im gewöhnlichen Sinne enthalten ist. Läsionen der Hemisphären und des Balkens machen, wie wir selbst vom Menschen wissen, weder Schmerz noch Muskelzuckungen, sind dagegen von grösserem oder geringerem Einfluss auf das Bewusstsein, das Wollen und Denken, welche gänzlich verloren gehen, wenn das grosse Hirn durch Geschwülste, Blutergüsse, Wasseransammlungen u. s. f. in bedeutenderem Grade comprimirt oder bei Thieren exstirpirt wird. Sonach erscheint der Schluss gerechtfertigt, dass die höheren geistigen Thätigkeiten, aber auch Bewusstsein und Wille hier ihren Sitz haben, während die blosse Empfindung, und die directen Antriebe zu den Bewegungen in den tieferen Theilen zu Stande kommen. Wünscht man Näheres über die Bedeutung der verschiedenen Theile der höheren Sphäre des centralen Nervensystemes zu wissen, so lässt sich etwa noch angeben, 1) dass beide Hemisphären dieselbe Function haben und gegebenen Falles eine allein für alle geistigen Thätigkeiten ausreichen; 2) dass die graue Substanz der Windungen zweifelsohne der eigentliche Sitz der geistigen Thätigkeiten ist, 3) dass die Commissuren wahrscheinlich eine harmonische Thätigkeit der Hemisphären bewirken und auch für die Energie und Ausdauer der Function gewiss von Bedeutung sind, 4) endlich dass das Fasersystem der *Corona radiata* die Rolle eines Vermittlers zwischen der höheren und niederen Sphäre des Nervensystemes spielt und einerseits durch die letztere Bewegungen veranlasst, andrerseits deren Empfindungen zu bewussten macht. Ob gewisse Regionen der Hemisphären mehr mit den

Empfindungen, andere mehr mit den Bewegungen zusammenhängen, ist schwer zu ermitteln. Nach den vorliegenden anatomischen Daten erscheint eine solche Localisation wenigstens für die Bewegungsimpulse nicht gegeben zu sein und möchten auch bestimmte Oertlichkeiten für die Aufnahme der gewöhnlichen Sensationen sich nicht nachweisen lassen, doch sind diess Fragen, bei denen jedes weitere Eingehen zu viel wäre. Was der *Fornix* bedeutet, ist ganz räthselhaft, ebenso welcher Zusammenhang der Elemente in der Hirnrinde sich findet. Mögen die hier befindlichen Enden der Fasern der Marksubstanz so oder so zu den Zellen sich verhalten, so ist so viel sicher, dass hier wohl im Allgemeinen dieselben Gesetze der Mittheilung, der Uebertragung von Fasern auf Zellen und von diesen auf andere Zellen oder Fasern sich finden werden, wie etwa im Mark, nur dass die Thätigkeit nicht die gewöhnliche motorische oder sensible, sondern ganz eigenthümlicher Art ist. Sollte es vielleicht einmal für das Hirn gelingen, den Verlauf und Zusammenhang aller Elemente genau ans Licht zu ziehen, so würde man dann auch etwa den Versuch wagen dürfen, die Bahn zu verfolgen, die betreten wird, wenn Sinneseindrücke das Bewusstsein wecken, Vorstellungen erzeugen und etwa mit einer Reaction nach Aussen enden oder wenn gewisse Gedanken sich associren oder eine Gedankenreihe den Körper mächtig afficirt u. s. f. Allein so lange wir selbst von der richtigen Erkenntniss der einfacheren Theile, wie etwa des Markes und der Gesetze ihrer Thätigkeit noch so weit entfernt sind, wird für das Gehirn an so etwas nicht zu denken sein, und der ganze Eifer der Forscher sich darauf beschränken müssen, Schritt für Schritt dem, wenn auch richtig erstrebten, doch noch fernen Ziele sich zu nähern.

§. 120.

Hüllen und Gefässe des centralen Nervensystems. *A.* **Hüllen.** 1) **Rückenmark.** Die *Dura mater s. Meninx fibrosa* ist eine weissgelbliche, hie und da Sehnenglanz besitzende, feste, ziemlich elastische Membran, die fast zu gleichen Theilen aus Bindegewebe und aus elastischem Gewebe besteht. Ersteres zeigt parallel und meist longitudinal verlaufende Bündel in vielen übereinanderliegenden und fest verbundenen Lamellen, letzteres Netze feinerer und stärkerer Kernfasern, die mitten durch das Bindegewebe ziehen und hie und da durch ihre Breite selbst an elastische Fasern sich anschliessen, an einigen Orten auch parallel verlaufende Kernfasern. Die äussere Fläche der *Dura mater* ist vorn, wo die Haut constant mindestens einmal dünner ist als hinten, ziemlich innig mit der *Fascia longitudinalis posterior* der Wirbelsäule vereint, hinten und seitlich frei und durch einen Zwischenraum von den Wirbelbogen und ihrem Perioste geschieden, in welchem ein lockeres Bindegewebe mit vielen Gefässen und Fettzellen sich befindet. Dasselbe besteht vorzüglich aus anastomosirenden Bündeln von kaum mehr als 0,004 — 0,005‴ (netzförmigem Bindegewebe), seltener mit

Kernfasern (umspinnenden und longitudinalen), und enthält auch da und dort runde, spindelförmige und sternförmige kernhaltige Zellen, ähnlich den Bildungszellen des Bindegewebes. Die in grösseren oder kleineren Klümpchen vorkommenden Fettzellen sind bald wie gewöhnlich beschaffen von 0,024‴ Grösse mit einem einzigen Fetttropfen und meist nicht sichtbaren Kern, bald in mehr gallertartigem, durchscheinendem Fett, wie es an dieser Stelle häufig sich findet, serumhaltig, mit sehr deutlichen Kernen und bis zu 0,0008‴ dicken Membranen. Die Gefässe dieses Raumes sind theils die bekannten *Plexus venosi*, theils feinere Gefässe und selbst Netze feinster Capillaren. — Die Innenfläche der *Dura mater* soll nach der allgemeinen Angabe von einem äusseren Blatte der *Arachnoidea* überzogen sein, allein hier findet sich nichts als ein Epitelium von polygonalen, platten, kernhaltigen Zellen auf der innersten Lage der harten Haut und von einem besonderen Substrate derselben keine Spur. — Das *Ligamentum denticulatum* hat ganz denselben Bau wie die *Dura mater*, nur mangelt demselben das Epitel, da seine Zacken gleich nach ihrem Abgang in den Subarachnoidealraum treten.

Die Spinnwebenhaut, *Arachnoidea medullae spinalis* besteht nicht aus einer äusseren, mit der *Dura* vereinten und einer innern freien Lamelle, sondern aus einer einzigen, dem innern Blatte der Autoren entsprechenden Schicht. Dieselbe ist eine äusserst zarte durchscheinende Haut, welche in ihrem Verlauf ganz der harten Haut folgt und so weit wie diese sich erstreckt. Ihre äussere Fläche steht an der hintern Mittellinie des Halstheiles höher oben durch ziemlich derbe Streifen, weiter unten durch zartere Fäserchen mit der *Dura* in Verbindung, sonst ist dieselbe vollkommen glatt und glänzend, welche Eigenschaft von einem dem der *Dura* ganz gleichen Epitelium herrührt, und liegt der harten Haut einfach an, etwa wie die Lungenpleura der Rippenpleura. Die innere Fläche der *Arachnoidea* ist ebenfalls glatt, jedoch ohne Epitel; sie wird durch einen grossen Zwischenraum, den Unterarachnoidealraum von dem Marke und der *Cauda equina* getrennt, sendet jedoch zahlreiche Streifen an die *Pia mater* und die Nervenwurzeln, welche ausser im Begleit der Gefässe und Nerven besonders an der hintern Mittellinie in einer Reihe hintereinander sich finden, und hie und da besonders am Halse eine durchlöcherte oder vollständige Scheidewand bilden. Bezüglich auf den feineren Bau enthält die *Arachnoidea* Bindegewebe mit Kernfasern in etwas eigenthümlicher Anordnung. Ersteres bildet die Hauptmasse und besteht aus netzförmig anastomosirenden Bündeln von 0,001—0,004‴ (Fig. 150), welche zu mehreren deutlich nachweisbaren Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln und zugleich weite-

ren Maschen verbunden sind. Die Kernfasern sind von gewöhnlicher Beschaffenheit, liegen jedoch seltener in den Bündeln, sondern laufen als sogenannte umspinnende (*Henle*) in zierlichen engeren oder weiteren Spiraltouren um die Bindegewebsbündel herum, so dass diese, wenn durch Essigsäure aufgequollen, eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen. An vielen Bündeln sind dieselben sehr fein und scheinen manchmal selbst ganz zu fehlen.

Die Gefässhaut, *Pia mater*, umschliesst das Rückenmark und die graue Substanz des *Filum terminale* ganz eng, tritt einerseits an der vordern und der hintern Spalte, wo dieselbe sich findet, in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hinein, und giebt anderseits auch den Nervenwurzeln zarte Scheiden ab. Dieselbe enthält meist gewöhnliches Bindegewebe mit gerade verlaufenden, nicht anastomosirenden Bündeln; letztere so wie umspinnende Kernfasern sah ich ausser an den Stellen, wo Arachnoidealfortsätze an die *Pia* gehen in der letztern nicht, wohl aber ziemlich viele Kerne oft von linienförmiger Gestalt und spärliche Kernfasern. Die verdickten Seitenstreifen, an die das *Lig. denticulatum* sich ansetzt, haben denselben Bau wie die Zacken selbst, während die Gefässfortsätze im Mark fast nichts als Gefässe enthalten. Hie und da finden sich in der *Pia* goldgelbe oder braune Pigmentzellen von unregelmässig spindelförmiger Gestalt mit fein auslaufenden Enden und 0,04 — 0,05''' Länge, die am Halstheile derselben durch ihre grössere Menge nicht selten eine braune, selbst schwärzliche Farbe der Haut bewirken. Das *Filum terminale* hat denselben Bau wie die *Pia mater* überhaupt, nur zeigen sich hier viele isolirte oder netzförmig vereinte Bündel, die vielleicht noch zur *Arachnoidea* zu zählen sind.

2. Gehirn. Die Hüllen des Hirnes stimmen zwar im Allgemeinen mit denen des Markes überein, zeigen aber doch einige Verschiedenheiten. Die *Dura mater*, die hier, wie *Fr. Arnold* zuerst gezeigt hat (*Annot. de velam. cerebr.* 1838), aus der eigentlichen harten Haut und dem Periost der Innenfläche der Schädelknochen besteht, welche als unmittelbare Fortsetzung der entsprechenden Häute des Rückgratkanales in der Höhe des Atlas mit einander verschmelzen, ist im Allgemeinen dicker, auch weisslicher als am Mark. Ihre äussere oder Periostlamelle ist weissgelblich von Farbe, sitzt den Knochen mehr weniger fest an, trägt die grösseren *Vasa meningea* und ist auch sonst reicher an Gefässen als die innere eigentliche harte Haut, mit der sie in früherer Zeit nur locker verbunden ist, und von der sie mit Ausnahme der Stellen, die die *Sinus* enthalten, auch beim Erwachsenen nicht selten noch theilweise sich trennen lässt. Die innere Lamelle ist gefässärmer, weisser, an vie-

len Stellen mit Sehnenglanz und an ihrer inneren Fläche ganz glatt und meist auch eben. Als Verlängerungen dieser inneren Lamelle erscheinen die Fortsätze der harten Haut, die grosse und kleine Sichel und das Kleinhirnzelt, und zwischen beiden Blättern sitzen mit wenigen Ausnahmen die Blutleiter der harten Haut. — Der feinere Bau der harten Haut bietet wenig Erhebliches. Ich finde in beiden Lamellen Bindegewebe von derselben Form, wie in Sehnen und Bändern, mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlauf der Fibrillen, welche entweder auf grosse Strecken ganz gleichmässig dahin ziehen oder, wie besonders an den *Sinus*, kleinere, in verschiedenen Richtungen sich kreuzende, sehnige Streifen darstellen. An den meisten Stellen, namentlich an den äusseren Theilen, finden sich zwischen dem Bindegewebe auch Kernfasern gewöhnlich als dem Bindegewebe parallel verlaufende, geschlängelte, isolirte, feine Fäserchen, dagegen nirgends elastische Fasern oder anderweitige Elemente. Die Innenfläche der *Dura mater* besitzt eine einfache (nach *Henle* pg. 229 mehrfache) Lage von pflasterförmigen Epiteliumzellen von 0,005 — 0,006‴ Grösse mit rundlichen oder länglichen Kernen von 0,002 — 0,004″, dagegen keine Spur einer anderweitigen Bekleidung, die als parietales Blatt der *Arachnoidea* zu deuten wäre. An der den Knochen zugewandten Seite ist bei Erwachsenen die *Dura* rauh und verbindet sich durch Fäserchen und Gefässe direct mit dem Knochen.

Die *Arachnoidea* des Gehirns weicht weniger durch ihren Bau als durch ihren Verlauf von derjenigen des Markes ab. Zwar findet sich auch hier nur eine einzige als Spinnwebenhaut darstellbare Lamelle, welche dem sogenannten visceralen Blatte der *Arachnoidea* der Autoren entspricht und liegt dieselbe ebenfalls der Innenfläche der *Dura mater* ganz dicht an, allein die *Arachnoidea* tritt hier in eine viel innigere Beziehung zur *Pia mater*. Statt nämlich wie am Marke nur durch einzelne Fasern und Blätter mit dieser vereint zu sein, ist sie am Gehirn an sehr vielen Orten, nämlich an allen *Gyris* und an den vorspringenden Theilen der Gehirnbasis, mit derselben verklebt und selbst verwachsen, und ausserdem, wo diess nicht der Fall ist, durch viele Fortsätze mit ihr vereint. Aus diesem Grunde findet sich auch am Gehirn kein zusammenhängender Unterarachnoidealraum, sondern viele grössere und kleinere, nur zum Theil communicirende Räume. Die grossen derselben zwischen dem *Cerebellum* und der *Medulla oblongata* und unter dem *Pons*, den Hirnstielen der *Fossa Sylvii* u. s. w., gehen direct in den Unterarachnoidealraum am Rückenmarke über, während die kleineren, entsprechend den *Sulcis*, über die die Spinnwebenhaut brückenartig herübergeht, zum Theil wohl untereinander, aber, wenigstens die meisten, nicht mit den erwähnten grös-

seren Räumen zusammenhängen. Mit der Auskleidung der Hirnhöhlen verbindet sich, wie schon *Henle* richtig angibt, die *Arachnoidea* nirgends.

Die *Arachnoidea cerebri* besteht, abgesehen von einem äusseren Epitel, das dem der *Dura mater* entspricht, vorzüglich aus netzförmig vereinten Bindegewebsbündeln mit umspinnenden Kernfasern in mehrfachen Schichten. Die ersteren sind bald feiner von 0,001 — 0,006''', bald stärker bis zu 0,008 und 0,012''', wie besonders in den tieferen Schichten und an den mehr isolirten, für sich oder im Begleit von Gefässen und Nerven zur *Pia* gehenden Balken derselben. Ausser dieser Form des Bindegewebes zeigen sich auch noch 1) mehr in den äusseren Schichten parallel verlaufende Fibrillen ohne deutliche Bündelbildung mit runden, länglichen, selbst spindelförmigen Kernen und einzelnen geraden Kernfasern, welche letztere auch in den anastomosirenden Bündeln nicht selten sich finden, und 2) mehr homogene Bindesubstanz, einmal wie schon *Henle* sah, zwischen den netzförmigen Bündeln und dann auch hie und da als Hülle der Bündel selbst.

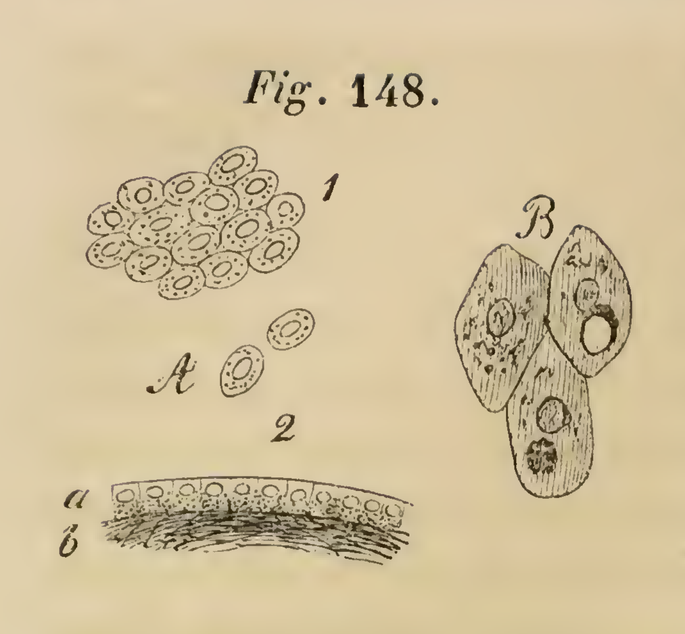
Die *Pia mater cerebri* ist gefässreicher, aber zarter als die des Markes, und bekleidet alle Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Gehirnes, wenn auch nicht sehr fest, doch ganz genau mit einziger Ausnahme der Rautengrube, über welche sie vom *Calamus scriptorius* an bis zum *Nodulus*, dem freien Rand der *Vela medullaria inferiora* und dem *Flocculus* als *Tela chorioidea inferior* brückenartig sich erstreckt, um dann zur Unterfläche des *Vermis inferior* und der *Tonsillae* sich umzubiegen. In das Innere des Gehirnes dringt die *Pia mater* nur an Einer Stelle ein, nämlich am Querschlitz des grossen Hirnes, wo sie, die *Vena magna Galeni* und auch die Zirbel umhüllend, unter dem *Splenium corporis callosi* eintritt, die *Tela chorioidea superior* mit dem *Plexus chorioideus ventriculi tertii* und, unter dem Gewölbe durchgehend, auch die Adergeflechte der seitlichen Ventrikel bildet, die an der Innenwand des Unterhirnes zwischen dem *Crus cerebri* und dem Unterlappen mit der *Pia mater* der Hirnbasis in Verbindung stehen. Mit Bezug auf die feineren Structurverhältnisse, so enthält die Gefässhaut des Gehirns so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe, das deren Grundlage bildet, mehr in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten wie am Rückenmark deutlich faserig, meist mehr homogen, *Reichert*'schen Membranen oder unreifem Bindegewebe sich annähernd, mit spärlichen Kernen und ohne Kernfasern. Hie und da enthält die *Pia mater* jedoch auch netzförmiges Bindegewebe mit oder ohne Kernfasern, wie um die *Vena Galeni*, die Zirbel, die grösseren Gefässe herum und auch am *Cerebellum*. Auch spindelförmige Pigmentzellen finden sich hier

wie am Mark, namentlich an der *Medulla oblongata*, und am *Pons*, aber auch weiter vorn an der Basis bis in die *Fossa Sylvii* hinein, wo ich dieselben selbst in der *Adventitia* von kleineren Arterien sah.

Diejenigen Theile der *Pia mater*, welche mit den Gehirnhöhlen in Verbindung stehen, die *Telae chorioideae* und *Plexus chorioidei*, weichen in ihrem Bau von den übrigen Stellen nicht ab, ausgenommen, dass sie, namentlich die *Plexus*, fast nur aus Gefässen bestehen und an ihren mit den Wänden der Hirnhöhlen nicht verwachsenen Stellen ein Epitelium besitzen. Dieses letztere, von *Henle* (pg. 228) zuerst genau beschrieben, besteht aus einer einfachen Lage rundlich polygonaler Zellen von 0,008 — 0,01‴ Durchmesser und 0,003 — 0,004‴ Dicke, welche neben dem rundlichen Kern gewöhnlich noch gelbliche Körnchen, oft in grösserer Zahl und ein oder zwei runde dunkle, nach *Virchow* aus Fett bestehende Körper von 0,001 — 0,002‴ Grösse enthalten. Nach *Henle* senden fast alle diese Zellen von den Winkeln gegen die Bindegewebsschicht der *Plexus* kurze, schmale und spitzzulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln und nach *Valentin* (*Wagner's Handw. I* pg. 487), trägt die freie Fläche dieser Zellen wahrscheinlich auch beim Menschen Flimmerhärchen, wenigstens fand er ganz bestimmt an den *Plexus chorioidei* von Säugethieren (*Physiol.* 2. *Aufl.* 2 Th. St. 22) ein Flimmerepitelium von rundlichen Zellen. Unter dem Epitelium folgt eine dünne Lage homogen aussehenden Bindegewebes und dann ein sehr dichter Knäuel von grösseren und kleineren Gefässen, zwischen denen kein geformtes Bindegewebe, sondern nur eine helle gleichartige Zwischensubstanz zu erkennen ist.

Alle Theile der Gehirnhöhlen, die nicht mit den Fortsetzungen der *Pia mater* in Verbindung stehen, d. h. der Boden des 4ten Ventrikels, der *Aquaeductus Sylvii*, der Boden und die Seitenwände des 3ten Ventrikels, der *Ventriculus septi lucidi*, die Decke der Seitenventrikel, das vordere und hintere Horn und ein guter Theil des absteigenden Hornes, bei Embryonen auch die Höhlung im Riechkolben und der Kanal im Mark, haben eine Bekleidung für sich, das sogenannte *Ependyma ventriculorum* (Fig. 148). Dasselbe besteht, wie *Purkinje* und *Valentin* zeigten (*Müll. Arch.* 1836; *Val. Repert.* 1836. pg. 156) aus einem einschichtigen, sehr zarten Flimmerepitelium von rundlich polygonalen Zellen, deren feine Härchen, beim Menschen von $1/_{400}$‴ Länge (*Val.*), äusserst leicht abfallen, und sitzt nach *Henle* (St. 368 und *Zeitschr. f. rat. Med.* 1849 St. 410) und *Bruch* (Ebendaselbst 1850. St. 177) unmittelbar der Nervensubstanz auf, während *Virchow* (*Zeitschr. f. Psych.* 1846 Heft II.) unter demselben eine streifige, bindegewebeartige Schicht

Fig. 148.



findet. Nach dem, was ich gesehen, sind die beiderlei Angaben richtig. Ich habe noch kein Hirn eines Erwachsenen untersucht, an dem ich nicht an gewissen Orten, besonders an der *Stria cornea*, dem *Fornix*, dem freien Rande der *Vela medullaria inferiora*, dem *Septum pellucidum*, *Thalamus opticus* u. s. w. eine mehr oder weniger bedeutende bindegewebige Schicht unter dem Epitel gefunden hätte, die in vielen Fällen selbst ganz und gar durch alle Abtheilungen der Hirnhöhlen sich erstreckte; auf der anderen Seite sah ich jedoch ebenfalls häufig die Zellen unmittelbar auf der Nervensubstanz aufsitzen, ja ich möchte selbst dieses Verhältniss in Anbetracht dessen, was man bei Thieren findet, als das normale bezeichnen und das Vorkommen der Bindegewebslage jenen, beim Menschen auch noch an anderen Orten sich findenden, constanten pathologischen Entartungen geringsten Grades anreihen. Die Bindegewebsschicht ist, wie sie *Virchow* richtig beschreibt, bald eine weichere, mehr homogene oder granulirte Masse, bald eine deutlich faserige Substanz mit kernhaltigen Spindelzellen und etwas grumöser Zwischensubstanz und kommt meist in ziemlicher Mächtigkeit von 0,01 — 0,05''' und darüber vor. Das Epitelium ist an verschiedenen Orten etwas verschieden; hie und da, wie besonders im 3ten Ventrikel, zeigt dasselbe grosse Zellen von 0,008 — 0,012''' mit Pigmentkörnchen und Pigmenthaufen neben dem 0,003''' grossen Kern, an anderen Orten wie in den Seitenventrikeln, sind die Zellen nur 0,005 — 0,007''' gross, aber fast ebenso dick als breit mit rundlichen Kernen und ziemlich viel gelblichen, meist in der Tiefe angehäuften Körnchen.

Die Gefässe der beschriebenen Hüllen verhalten sich sehr verschieden. Von Blutgefässen findet sich einmal in der *Dura mater* des Markes, wenn man von der äusseren Fläche derselben und vielen sie durchbohrenden Arterien und Venen des Markes absieht, sehr wenig und verhält sich dieselbe in dieser Beziehung mehr wie eine Muskelbinde oder Sehnenhaut. Dagegen kommen hier zwischen *Dura* und *Periost* des Wirbelkanals die bekannten Venenplexus und auch feinere Verästelungen im Fettgewebe vor, die keiner weiteren Beschreibung bedürfen. Am Schädel dagegen ist die gesammte *Dura* gefässreich, vor allem ihre äussere, einem

Fig. 148. *Ependyma* des Menschen. *A*. Vom *Corpus striatum*. 1 Von der Fläche, 2 von der Seite, *a*. Epitelzellen, 2 Nervenfasern, die darunter liegen. *B*. Epitelzellen von den *Commissura mollis*. 350 mal vergr.

Periost entsprechende Lage, welche theils für ihren eigenen Bedarf, theils für die Schädelknochen, denen sie viele Aeste abgibt, die *Arteria meningea* trägt und durch ihre Venen auch einen Theil des Blutes der Knochen ableitet. Ausserdem ist die *Dura* hier auch der Sitz der *Venensinus*, einfachen, in ihr ausgegrabenen, von einem Epitel bekleideten Bluträumen, von denen die meisten offenbar zwischen der Periostlamelle und der eigentlichen harten Haut sitzen, und so auch durch ihre Lage den *Plexus venosi spinales* entsprechen. Die *Arachnoidea* besitzt weder am Mark, noch am Gehirn auch nur eine Spur von eigenen Gefässen, wogegen die *Pia mater* an beiden Orten nicht nur die reichlichsten Vertheilungen der Gefässe der Nervensubstanz selbst trägt, sondern auch eigene, ziemlich zahlreiche Capillarnetze führt. In einem Theile der *Pia*, nämlich in dem Gefässplexus, sitzt die Gesammtausbreitung der Gefässe in der Membran selbst und sind die in die Nervensubstanz eindringenden Aeste von untergeordnetem Belang. — Lymphgefässe sind bisanhin in den Häuten des Rückenmarks noch nicht nachgewiesen, ebenso wenig in der *Dura mater* des Gehirns, dagegen wollen ältere Autoren und von Neuern *Fohmann* u. *Arnold* (siehe *Anat.* II. pg. 618), sowohl an der Oberfläche des grossen und kleinen Hirns als auch in den *Plexus chorioidei* Saugadern mit Luft und Quecksilber injicirt haben, welche zu grösseren Stämmchen sich sammelten und, mit den Blutgefässen verlaufend, die Schädelhöhle verliessen. Mir hat es bisher nicht gelingen wollen, in den Adergeflechten und der *Pia mater* andere Gefässe als Blutgefässe zu sehen und ich glaube daher, so lange nicht durch mikroskopische Untersuchung an den injicirten Räumen wirklich besondere Hüllen, gleich denen der Lymphgefässe, nachgewiesen sind, an der Existenz solcher Gefässe in der *Pia* zweifeln müssen.

Die Häute des centralen Nervensystems besitzen zum Theil wenigstens auch Nerven. In der *Dura mater* des Gehirns wurden dieselben von *Fr. Arnold* entdeckt (siehe *Anatomie* II. St. 672) und von *Purkinje* (siehe *Müll. Arch.* 1845 und oben St. 342) zuerst mikroskopisch untersucht. Dieselben verlaufen die einen in der Periostlamelle der Haut, so ziemlich dem Verlaufe der *Art. meningeae* folgend, und sind besonders deutlich an der *Art. meningea media*, die einmal von Ausläufern der *Nervi molles* und dann von einem besonderen, von *Arnold* zuerst gesehenen Nerven (*N. spinosus Luschka*), der nach *Luschka* (l. c.) aus dem dritten Aste des *Trigeminus* stammt, begleitet ist, von denen die ersteren mit den Gefässen sich ausbreiten, der letztere vorzüglich für die Knochen bestimmt zu sein scheint (siehe oben St. 344). Ausserdem sah *Purkinje* auch an den vorderen und hinteren *Art. meningeae* Ner-

ven, über deren Existenz, wie ich entgegen *Luschka* behaupten muss, keine Zweifel bestehen können, und erwähnt *Pappenheim* (*Gewebelehre des Gehörorganes*, pg. 51 flgde.) ganz allgemein, dass die Nerven der *Dura* von Kopfnerven (dem *R. maxillaris superior trigemini, N. vidianus, N. glossopharyngeus* und vielleicht [?] dem *N. frontalis*) und weniger aus dem *Sympathicus* (*N. molles, Plex. caroticus internus*) abstammen, indem er noch beifügt, dass an die *Sinus occipitales anteriores* viele Reiser des *N. glossopharyngeus* und *vagus* gehen. Ausser diesen Nerven enthält die *Dura* noch den bekannten *N. tentorii cerebelli* aus dem *Quintus* , den *Arnold* schon früher (*Kopfth. d. Symp.* St. 200) im Querblutleiter sich verlieren liess, was, wie später *Pappenheim* und *Luschka* (l. c.) zeigten, ganz richtig ist. Ersterer verfolgte denselben bis zum *Sinus longitudinalis superior*, *S. rectus*, den *Sinus transversi* und *occipitales posteriores* und sah auch, dass die Nerven im *Tentorium* selbst mitten durch die Gefässe hindurchsetzten. *Luschka* bestätigt diese Angaben grösstentheils, doch konnte er (pg. 26) die Nervenästchen nicht ganz bis zum oberen Längsblutleiter, wohl aber zum geraden *Sinus*, dem *Sinus petrosus superior*, *occipitalis*, dem *Torcular Herophili* und dem queren Blutleiter bis zum *Foramen jugulare* verfolgen und sah auch deren Endausbreitungen in den Wänden der queren Blutleiter weniger zahlreich beim Menschen, sehr deutlich und reich beim Kalbe, bei welch letzterem auch von *Czermak*, wie er mir sagt, Theilungen in der Wand des *Sinus* wahrgenommen wurden. Die Elemente dieses weiss aussehenden Nerven sind nach *Pappenheim* cerebrospinale und nach *Luschka* dieselben wie im *Trigeminus*, die der andern, mit Ausnahme des *N. spinosus*, der nach *Luschka* wie der *N. tentorii* sich verhält, wie ich in Uebereinstimmung mit *Purkinje* finde, feine Fasern, an denen *Corti* beim Menschen und beim Kaninchen, wie ich an denen des Periostes, Theilungen beobachtet hat. — In der *Dura* des Markes war es mir ebenso wie *Purkinje* unmöglich Nerven zu finden, dagegen trifft man solche, wie schon erwähnt, in dem Perioste des Wirbelkanals und an den zu den Wirbeln und dem Marke gehenden Arterien.

Die *Arachnoidea* wird gemeinhin für nervenlos gehalten, doch gibt *Volkmann* (*Nervenphys.* pg. 598 Anm.) an, dass er in der *Arachnoidea cerebri* des Kalbes und Schafes reiche Netze feiner Fasern fand, die bestimmt aus dem *Sympathicus* stammten, da sie aus Zweigen kamen, welche mit der Wurzel des *N. oculomotorius* sich verbanden und in dieser einen peripherischen Verlauf nahmen. Was mich anlangt, so habe ich in der Spinnwebenhaut selbst nie Nerven gesehen, wohl aber an den sie durchsetzenden Gefässen und in den Balken, wel-

che von ihr zur *Pia* abgehen. Hier finden sich Nerven, besonders an der Hirnbasis, wo sie *Czermak* und ich beim Menschen constant sahen, und zwar mitten in den von Kernfasern umsponnenen Bindegewebsbündeln (Fig. 150.). Dieselben treten bald als einzelne Primitivfasern von 0,002—0,003''', bald als kleine, häufig anastomosirende Bündel auf, zeigen in seltenen Fällen spärliche (1 bis 2) eingestreute, vielleicht mit Nervenfasern zusammenhängende Ganglienkugeln (*Czermak*) und sind auf jeden Fall alle der *Pia mater* bestimmt und die Arachnoideaelemente nur durchsetzend. Neulich beschreibt auch *Bochdalek* (l. i. c.) Nerven der *Arachnoidea cerebri* vom *Accessorius*, der *Portio minor trigemini* und dem *Facialis*, ist jedoch den Beweis schuldig geblieben, dass dieselben in der *Arachnoidea* enden. Wenn derselbe Autor auch in der *Arachnoidea* an der *Cauda equina* äusserst viele Nerven findet, „so dass stellenweise die *Arachnoidea* fast ganz aus Nervenröhren zusammengewebt schien," so verfällt er in denselben Fehler, den schon früher *Rainey* beging (*On the ganglionic character of the arachnoid membrane of the brain and spinal marrow Med. chir. Trans. XXIX*, p. 85), dass er Bindegewebe in der selteneren Gestalt von Netzen für Nerven hält. Ich kenne auch an der *Cauda equina* nur am *Filum terminale* und im Begleit der Gefässe Nerven, sonst nirgends, auch in der *Dura mater* nicht, zu der sie *Bochdalek* ebenfalls verfolgt haben will.

Die Nerven der *Pia mater* wurden zuerst von *Purkinje* am Mark des Rindes als zahlreiche Netze stärkerer und schwächerer Bündel (von 2 und 3 bis zu 30 und 50 Nervenröhren) gesehen, die vorzüglich in der Nähe der vordern Arterien, dann an der Ansatzstelle des gezahnten Bandes, weniger an der hintern Mittellinie u. am spärlichsten in der Nähe der Wurzeln sich fanden, mit Ausnahme des verlängerten Markes vorzüglich der Länge

Fig. 149.

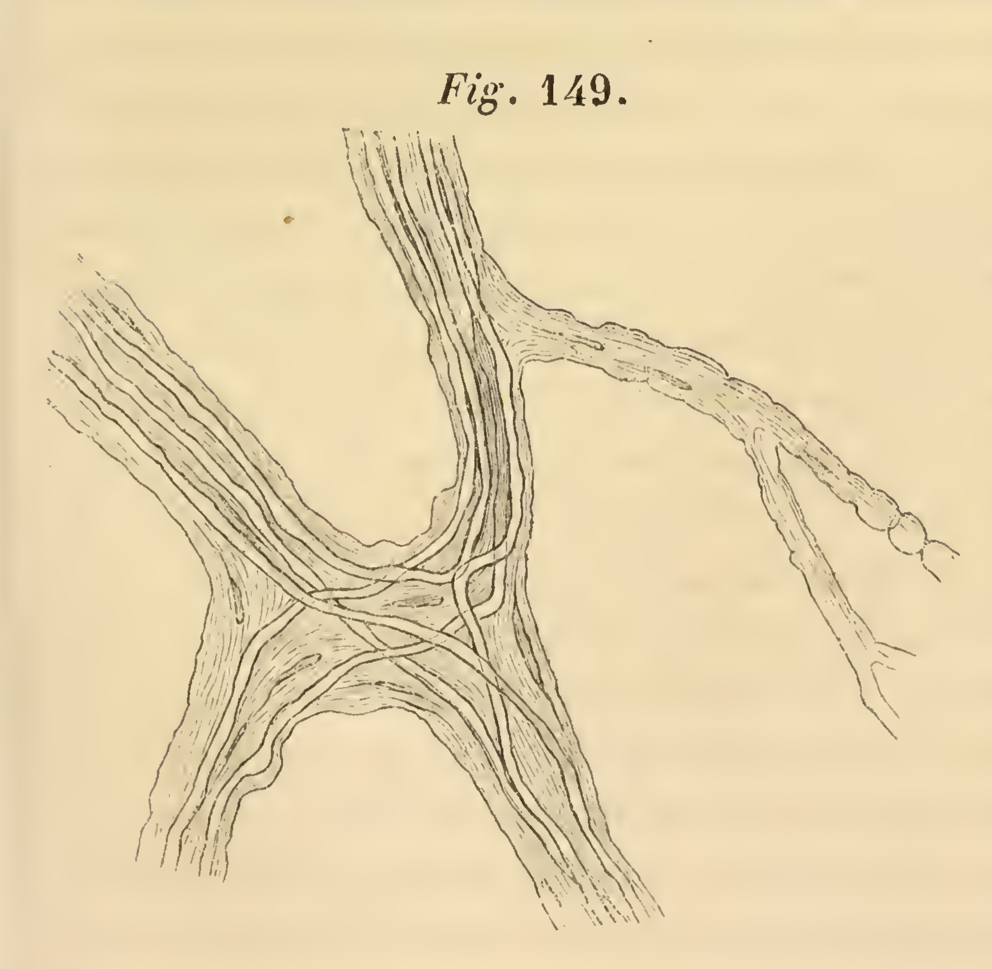


Fig. 149. Nerven in netzförmigem Bindegewebe zwichen *Arachnoidea* und *Pia mater* der Hirnbasis des Menschen, 350 mal vergr.

nach verliefen und theils mit den Gefässen, theils selbständig bis in den vorderen Fortsatz der *Pia* hinein sich ausbreiteten. Aehnliche Nervenausbreitungen sah *P.* auch noch an der *Pia* des kleinen Hirnes, doch in geringerer Menge als am Mark, wogegen am *Pons Varoli* und am grossen Hirn dieselben nur an den Gefässen sich fanden und bis zu den zweiten und dritten Verzweigungen derselben zwischen den Hirnwindungen sich verfolgen liessen. In den *Plex. chorioidei* der Seitenventrikel zeigte sich keine Spur von Nerven, wohl aber an der *Vena magna Galeni* des Menschen schon da, wo dieselbe aus den 2 *Venae chorioideae* sich zusammensetzt, ein reichliches Geflecht dünnfaseriger Nerven, welche aus dem *Tentorium cerebelli* (von dem *Nervus tentorii?*) auf dieselbe übergingen. Auch im Carotidenwundernetze des Ochsen sah *P.* (l. c. pg. 292) ein sehr reiches Nervengewebe, welches über alle Verflechtungen der Arterien sich ausbreitete, welche letztere Thatsache auch neulich von *Volkmann* (*Hämodynamik* pg. 276) für das *Rete mirabile* am verlängerten Marke des Schafes hervorgehoben wurde. — Diese Beobachtungen *P's.* kann ich, wie auch *Remak* (*Müll. Arch.* 1841, pg. 418), vollkommen bestätigen. Auch beim Menschen, den *P.* bei seiner Schilderung nicht speciell erwähnt, ist die *Pia mater* des Markes bis in das *Filum terminale* hinein sehr reich an Netzen feiner Nerven von 0,0015—0,003''' und folgen dieselben durchaus nicht etwa nur den Gefässen. An der Hirnbasis finden sich an den Arterien des *Circulus Willisii* viele ähnlichen Geflechte, welche mit Stämmchen von höchstens 0,03''' mit den verschiedenen Arterien, mit Ausnahme derer des *Cerebellum* immer dem Verlaufe derselben folgend, durch die ganze *Pia* des Gehirns sich ausbreiten, jedoch in ihren Enden nirgends sich erkennen lassen. Sicher ist, dass dieselben die Arterien nicht in die Gehirnsubstanz hinein begleiten und dass in den Gefässplexus keine Nerven sich finden; ob an der *Vena Galeni*, habe ich noch nicht erforscht.

Den Ursprung dieser Nerven anlangend, so hält *Purkinje* dafür, dass dieselben am Mark aus dem *Sympathicus* stammen, vorzüglich desshalb, weil dieselben feine Fasern führen und keine Verbindungen mit den Wurzeln der Hirn- und Rückenmarksnerven zeigen, doch hebt er hervor, dass, obschon die Nerven nur in geringer Zahl mit den Arterien zum Mark treten, sie an diesem selbst doch im Fortlaufe sich sammeln und ein grösseres Verhältniss erlangen als das der Arterien ist. Dieses letztere ist ganz richtig, d. h. es ist die Zahl der Nerven in der *Pia* so gross, dass sie durch die Zahl derer, die die Arterien des Markes begleiten, nicht gedeckt wird. *Remak* hat (l. c.) ihre Hauptquelle aufgefunden, nämlich die hinteren Wurzeln, welche, wie ich selbst mich vergewisserte, je von den einander zunächst gelegenen Fasern aus an vielen Orten, wie mir

schien, häufiger am Halstheile des Markes, feine Fäserchen durch den Subarachnoidealraum an die *Pia* senden. Wie hier, so möchten auch am Gehirn neben dem *Sympathicus (Plexus caroticus internus*, *Plexus vertebralis)* auch die Hirnnerven an der Versorgung der *Pia* sich betheiligen, indem *Bochdalek* neulich (*Prager Vierteljahrschrift* 1849, Bd. 1, St. 121 flgde.) von den Wurzeln der *NN. hypoglossus, abducens, oculomotorius, accessorius Willisii, glossopharyngeus, vagus et facialis,* ja selbst vom *Acusticus* und vom *Ganglion N. cervicalis I.* viele feine Zweige, von demselben Bau wie die Wurzeln selbst, an die Nervenplexus der Arterien der Hirnbasis und der *Pia mater* dieser Gegend und des *Cerebellum,* auch an den *Plexus chorioideus Ventr. IV* (?) treten sah. Ganz constant war die Abgabe solcher Fädchen beim *Oculomotorius* und *Glossopharyngeus*, fast constant beim XI. Paare; bei den andern war das Verhalten sehr wechselnd. *Bochdalek* fand auch, dass einzelne feine Fädchen direct aus dem verlängerten Marke, dem *Pons*, den *Crura cerebri* an die *Pia* treten, ohne sich vorher an die benachbarten Nervenstämme anzuschliessen.

B. Gefässe des centralen Nervensystems. Gehirn und Mark stimmen in Bezug auf die Verbreitung und Beschaffenheit der Blutgefässe fast ganz überein. Nachdem die Arterien in der *Pia* bedeutend sich verzweigt haben, dringen sie mit wenigen Ausnahmen (*Substantia perforata*, *Pons)* als feine, jedoch noch deutlich arterielle Gefässchen in die Nervensubstanz und lösen sich unter fortgesetzter, meist spitzwinkliger Verästelung in ein ziemlich weitmaschiges Netz sehr feiner Capillaren auf, aus dem dann die Venenwurzeln entspringen und sowohl an der Oberfläche als im Innern zu den bekannten Stämmen sich sammeln (Fig. 150). Die graue Substanz ist ohne Ausnahme bedeutend gefässreicher als die weisse, mit engeren Maschen und etwas engeren Gefässen und verdankt diesem Verhältniss zum Theil ihre Farbe. Nach *E. H. Weber*

Fig. 150.

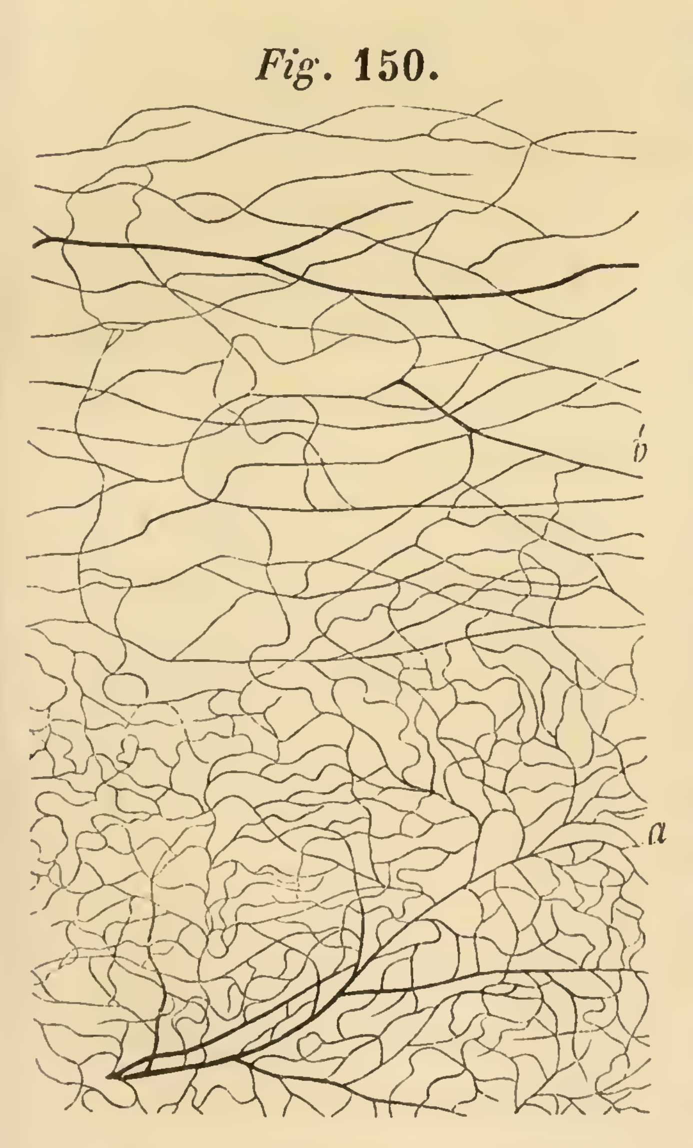


Fig. 150. Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer *Gerlach*'schen Injection *a.* der grauen, *b.* der weissen Substanz.

messen die Zwischenräume der Capillaren in der Marksubstanz 0,0142‴ in der Breite, 0,025‴ in der Länge; an einer *Gerlach*'schen Injection des Schafhirnes war in der grauen Substanz die Weite der Maschen 3—4 mal enger als in der weissen. Die Stellung der eintretenden Stämmchen ist am Rückenmark zum Theil sehr regelmässig in Reihen. Zwei solche finden sich im Grunde der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der *Pia* rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche und andere nicht selten auch entsprechend den Wurzeln und dem Ansatze des *Ligamentum denticulatum*. Alle diese Gefässe dringen, ohne gerade bedeutend sich zu verschmälern, in die graue Substanz und bilden erst hier ihre Endausbreitung. Am Gehirn finden sich sehr zierliche parallele Gefässe in der grauen Substanz des *Cerebellum*, minder deutliche im grossen Hirn und den übrigen Theilen. — Der Bau der Gefässe ist im Allgemeinen wie anderwärts. Die Arterien dringen noch mit drei Häuten versehen in die Nervensubstanz ein, doch ist die *Adventitia* eine zwar resistente, aber dünne, scheinbar ganz homogene Haut. Die *Media* ist rein muskulös und die *Intima* nur aus einer sehr zierlichen elastischen Haut mit Lücken und ausgezeichneten spindelförmigen Epitelzellen gebildet. Nach und nach geht eine dieser Schichten nach der andern verloren, bis vor den Capillaren nur noch die *Adventitia*, spärliche, querstehende, längliche Zellen mit queren Kernen und ein Epitel da ist, an welche Gefässe dann bald Capillaren mit structurloser Haut und mehr oder weniger Kernen, zum Theil von grosser Feinheit (im Mark von 0,0022‴, im Gehirn von 0,002‴ die feinsten) sich anreihen. Von den Venen führen die grössten meist keine Spur von glatten Muskeln, nur Bindegewebe mit Kernen oder Kernfasern und Epitel, an den kleinen sah ich hie und da, obschon sehr spärliche, contractile Elemente.

In den Gehirnhöhlen findet sich unter normalen Verhältnissen eine äusserst geringe Menge einer klaren serumartigen Flüssigkeit, welche offenbar von den Adergeflechten secernirt wird und vielleicht unter Mitwirkung der Flimmerbewegung an der Ernährung der Wände der Hirnhöhlen sich betheiligt. Ein zweites Fluidum, der *Liquor cerebrospinalis*, ist in den beschriebenen Unterarachnoidealräumen enthalten und namentlich aus dem grössten derselben, der von der Hirnbasis bis zum Ende des Sackes der *Dura mater medullae* sich erstreckt, leicht zu erhalten. Derselbe ist alkalisch, enthält 98,56 Wasser, 0,55 Eiweiss und Extractivstoffe, 0,84 Salze besonders Chlornatrium und scheint als Hauptbedeutung die zu haben, eine freiere Bewegung des centralen Nervensystems zu bewirken und als Regulator bei verschiedenen Füllungszuständen des Gefässsystemes zu wirken.

Die *Arachnoidea* ist von verschiedenen Autoren sehr verschieden aufgefasst worden. Dass dieselbe kein seröser Sack wie die *Pleura*, das *Pericardium* ist, hat schon *Henle* gezeigt, und in der That wird auch das sogenannte äussere Blatt derselben überall nur durch ein der *Dura* direct aufliegendes Epitelium dargestellt, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass viele Autoren am Marke das innere Blatt fälschlich äusseres nennen. Das innere Blatt liegt mit seinem Epitel dem der *Dura* überall dicht an, so dass ein *Cavum Arachnoideae* eigentlich nicht existirt, und könnte vielleicht fast eben so gut als ein Theil der *Pia* genommen werden, namentlich am Gehirn, wo beide Theile nur künstlich, wenn auch zum Theil leicht sich trennen lassen, um so mehr, da auch besondere Erkrankungen der *Arachnoidea* nicht anzunehmen sind und dieselbe auch behufs ihrer Ernährung an die Gefässhaut gewiesen ist. In diesem Falle wären die Unterarachnoidealräume nichts als mit Serum gefüllte Bindegewebsmaschen. Immerhin sichert die Gefässlosigkeit und der isolirte Verlauf derselben an der Hirnbasis, der *Medulla oblongata* und am Mark der *Arachnoidea* eine besondere Stellung. — Diejenigen, welche die *Arachnoidea* die Gehirnhöhlen und Fortsätze der *Pia* in denselben überziehen lassen, verlangen etwas Unmögliches, nämlich dass die Spinnwebenhaut die *Pia* durchbohre und an den Plexus die Oberfläche derselben, die eigentlich die innere ist, überziehe. — In Betreff der *Pia mater* nehmen noch immer mehrere Autoren an, dass die *Plexus chorioidei Ventriculi III et IV* durch den *Aquaeductus Sylvii* mit einander sich verbinden, ferner dass der *Ventriculus IV* nicht ganz geschlossen sei und am *Calamus scriptorius* mit dem Unterarachnoidealraum durch eine Oeffnung communicire. Beides ist unrichtig, ebenso wie die Lehre von einer besonderen serösen Haut, die die Hirnhöhlen auskleiden soll.

Im Folgenden mögen noch einige pathologische Zustände erwähnt werden. Das *Ependyma ventriculorum* hat nicht blos, wie oben schon berührt, fast constant stellenweise eine faserige, dünnere Unterlage, sondern ist häufig, besonders bei Wassersucht der Höhlen und im Alter, durch eine solche ungemein verdickt. In beiden Fällen enthält es constant, von *Purkinje* zuerst erwähnte, Amylonkörnchen ähnliche, runde oder bisquitförmige, gelbliche Körper mit concentrischer Streifung, die von diluirten Säuren kaum angegriffen werden, dagegen in caustischen Alkalien erblassen und nach und nach sich lösen. Ich finde diese *Corpuscula amylacea* (Fig. 151.) fast constant am *Fornix*, der *Stria cornea* und dem *Septum pellucidum*, aber auch anderwärts in den Wänden der Hirnhöhlen, ausserdem in der Rinde des Gehirns, in der Marksubstanz des Markes, im *Filum terminale*, an den ersten Orten oft in unglaublicher Menge eines dicht am andern in dem neugebildeten Bindegewebe oder zwischen den Nervenelementen. Dass diese Körper-

Fig. 151.

1.

2

Fig. 151. 1. Hirnsand aus der *Glandula pinealis* in Bindegewebsbündeln. 2. *Corpuscula amylacea* aus dem *Ependyma* des Menschen, 350 mal vergr.

chen pathologisch sind, ist sicher, unbestimmt, woraus sie bestehen und wie sie sich bilden, obschon alles auf eine stickstoffhaltige Substanz und eine Entstehung aus successiven Niederschlägen hindeutet. — In den *Plexus choriodei,* in der Zirbel, hie und da in der *Pia mater* und *Arachnoidea* (auch am Marke) und, obschon selten, auch in den Wänden der Ventrikel findet sich ferner als constante, jedoch pathologische Production der Hirnsand. Derselbe besteht aus rundlichen, einfachen oder maulbeerförmig gruppirten, dunklen, meist concentrisch gestreiften Kugeln von 0,005 bis 0,05‴ und daneben aus rundlich eckigen Massen von Tropfstein-, Keulen- oder anderweitig unregelmässiger Gestalt, mit unebener, hügeliger, muscheliger Oberfläche, auch wohl in Form von einfachen, verästelten oder netzförmig verbundenen, cylindrischen, starren Fasern und von feiner Punctmasse. Der Hirnsand enthält vorzüglich kohlensauren Kalk, aber auch phosphorsauren Kalk und Bittererde und eine organische Substanz, die nach dem Ausziehen der Salze meist vollkommen in der Gestalt der Concretion, z. B. als ein concentrisch schaliger, blasser Körper oder als helle Faser zurückbleibt. Es ist ganz sicher, dass dieser Hirnsand, wenn er in länglichen, verästelten, netzförmigen Massen auftritt, einfach in den Bindegewebsbündeln sich entwickelt (Fig. 151.), so in der Zirbel nicht selten und in den Hirnhäuten; in andern Fällen scheint derselbe eine selbständige Incrustirung von Faserstoffgerinseln zu sein. Mit Kalk imprägnirte Zellen, wie sie *Remak* (*Obs.* pg. 26) annahm, kommen dagegen nach *Harless* (*Müll. Arch.* 1845, pg. 354) nicht vor. — Endlich mögen auch noch die Pacchionischen Granulationen der *Pia mater* und die Ossificationen der Hirnhäute erwähnt werden. Erstere, die besonders zu beiden Seiten der grossen Sichel, an den *Flocculi,* in den *Plexus chorioidei* u. s. w. sitzen, bestehen vorzüglich aus einer derben faserigen Masse wie Bindegewebe, letztere, wahre Knochenplättchen, finden sich theils an der Innenfläche der *Dura* des Gehirns, theils an der *Arachnoidea,* namentlich der *Cauda equina.*

Peripherisches Nervensystem.

§. 121.

Rückenmarksnerven. Die vom Marke abstammenden 31 Nervenpaare entspringen mit wenigen Ausnahmen mit vorderen und hinteren Wurzeln. Diese erhalten eine zarte Bekleidung von der *Pia mater,* setzen convergirend durch den Subarachnoidealraum und durchbohren dann, jede für sich, auch die *Arachnoidea* und *Dura mater*, welche letztere ihnen eine festere Hülle abgibt. Im weiteren Verlauf bildet die hintere Wurzel ihr Ganglion, dadurch, dass um ihre Nervenfasern herum und auch zwischen dieselben Ganglienzellen sich anlagern, welche allem Anscheine nach Alle besonderen Nervenröhren, den Ganglienfasern der Rückenmarksnerven als Ursprung dienen, die, meist je eine von einer Zelle entspringend, mit den durch das Ganglion nur hindurchtretenden

Fasern der hinteren Wurzel nichts weiter gemein haben, als dass sie in ihrem ohne Ausnahme peripherischen Verlaufe an dieselben sich anlegen und mit ihnen sich mischen. Die motorische Wurzel nimmt niemals Ganglienzellen auf, sondern geht an dem Ganglion, demselben mehr oder weniger anliegend, nur vorbei. Unterhalb des Ganglion vereinen sich beide Wurzeln so, dass ihre Elemente sehr innig sich mischen und ein gemeinsamer Nervenstamm gebildet wird, der in allen seinen Theilen sensible und motorische Elemente führt. Derselbe verbindet sich gewöhnlich mit den benachbarten höheren und tieferen Nerven zur Bildung der bekannten Nervenplexus und entsendet dann schliesslich seine Endäste in die Muskeln, die Haut, an die Gefässe des Rumpfes und der Extremitäten, an die Gelenkkapseln, Sehnen und in die Knochen. Wie bei den Wurzeln, so zeigt sich auch bei den Aesten des gemeinschaftlichen Stammes, dass die motorischen vorzüglich dicke, die für die Haut und die andern genannten Organe bestimmten mehr feine Röhren führen, doch werden schliesslich in den Endausbreitungen alle Röhren gleichmässig fein. Die Nervenfasern aller Rückenmarksnerven verlaufen, wie es scheint, in den Stämmen und Aesten ganz isolirt und ohne sich zu theilen, in den Endausbreitungen dagegen kommen sehr häufig Theilungen und wenigstens bei gewissen Thieren (Maus, electrische Fische), auch netzförmige Anastomosen vor. Die Endigung selbst findet mit Schlingen statt oder mit freien Ausläufern, letzteres namentlich in den Pacinischen Körperchen, ½ bis 2‴ grossen, eiförmigen, aus vielen concentrischen, durch Flüssigkeit getrennten Kapseln zusammengesetzten Gebilden vorzüglich der Hand und der Füsse, in denen in der Regel eine Nervenfaser endet.

Nicht alle Rückenmarksnerven haben zwei Wurzeln. Bekannt ist, dass die hintere Wurzel des *Cervicalis I* manchmal fehlt, in welchem Falle sie freilich meist, jedoch nicht immer vom *Accessorius* ersetzt wird, was mit als Beweis dienen kann, dass das XI. Paar auch sensible Fasern führt. Auch beim *N. sacralis V* und *coccygeus* sieht man meist nur einen hinteren Wurzelfaden, doch weist das Mikroskop vielleicht immer ein schwaches, am Ganglion sich nicht betheiligendes Bündel nach, das als motorisches anzusehen sein möchte. Von den Wurzeln, über deren Zusammensetzung aus feineren und stärkeren Röhren schon oben das Nöthige bemerkt wurde (vergl. auch *Rosenthal* l. i. c.), sind mit Ausnahme des *Nerv. cerv. I* die hinteren stärker. Am grössten ist der Unterschied beim *N. sacralis V.* und *coccygeus*, im Falle dieselben zwei Wurzeln besitzen (siehe auch *Remak, Müll. Arch.* 1836, pg. 160), dann in den drei untersten Halsnerven, deren hintere Wurzeln das Doppelte oder selbst mehr der vorderen betragen (nicht das vierfache, wie *Blandin, An. d. sc. nat.* 1839, pg. 311 behauptet), ferner bei den letzten zwei Lendennerven und den zwei ersten Sacralnerven, deren vordere Wurzeln nicht ganz einmal schwächer sind.

Bei den andern Nerven sind die Differenzen weniger bedeutend, am wenigsten bei den *N. thoracici*, deren beide Wurzeln häufig nur um 0,05 bis 0,09‴ abweichen, jedoch nie sich gleichstehen. (Die Durchmesser aller vorderen und hinteren Wurzeln der linken Seite einer männlichen und weiblichen Leiche habe ich mitgetheilt in den *Verhandl. d. Würzb. phys. med. Ges.* 1850, Heft II, die aus denselben berechneten Querschnitte finden sich oben §. 116.) — Die Wurzeln besitzen ein zartes Neurilem, das von der *Pia* abstammt, wie diese gebaut ist und sowohl eine äussere Hülle derselben von 0,002‴ Durchmesser als innere Scheidewände der einzelnen Nervenbündel bildet. —

Häufig anastomosiren die benachbarten Wurzeln und zwar ist dies bei den sensiblen viel gewöhnlicher und namentlich an den Halsnerven beim Menschen constant bei dem einen oder andern Nerven zu finden. *Remak* *M. Arch.* 1841. St. 520) traf in einigen Fällen beim Ochsen, dass der zwei Wurzeln verbindende Faden allem Anscheine nach beiderseits peripherisch verlief, eine Beobachtung, die ich für den Menschen bestätigen kann, bei welchem in den Anastomosen der hinteren Wurzeln, besonders bei den vier oberen Cervicalnerven sehr häufig grössere oder kleinere, beiderseits centrifugal verlaufende Bündel vorkommen. Man erinnert sich bei diesem Anlasse an die bekannten *Volkmann*'schen Schlingen ohne peripherische Ausbreitung (*Müll. Arch.* 1846, St. 510) und sieht leicht ein, dass durch solche zwischen den Wurzeln befindliche, nach der Peripherie geöffnete Schlingen, Fasern, die ohne scheinbar irgendwo sich ausgebreitet zu haben, nach dem Centrum zurücklaufen, doch möglicher Weise dasselbe nicht erreichen, sondern durch einen zweiten Nerven austreten. In dieselbe Kategorie, wie die von *Remak* und mir gesehenen Schlingen, würden auch die von *Volkmann* in der Theilungsstelle der *N. thoracici* des Maulwurfes in die beiden Aeste gesehenen dicken Bogenfasern (*M. Arch.* 1838, St. 291) gehören, wenn dieselben wirklich vorhanden sind (*Bidder-Volkmann Symp.* St. 74).

Der Bau der Spinalganglien (Fig. 152) ist beim Menschen schwer zu erforschen. An den grösseren derselben lassen sich keine vollständigen Resultate erzielen, wohl aber an den kleineren und kleinsten, wie an denen des *Sacralis V* und *Coccygeus*, die innerhalb des Sackes der *Dura mater* sich befinden, auch wohl an dem des *Sacr. IV* und *N. cervic. I.* Benutzt man noch zur Vergleichung die Spinalganglien kleiner Säugethiere (von Kaninchen, jungen Hunden, Maulwürfen, Mäusen, Ratten) und bedient man sich nicht blos des Messers und der Nadeln, sondern untersucht man auch ganze Ganglien unter Anwendung von Essigsäure und vor Allem von verdünntem Natron unter Beihülfe des Compressorium, so wird man eine ganz genügende Einsicht in den Bau derselben gewinnen. — An jedem Spinalknoten sind zu unterscheiden 1) die von den Wurzeln abstammenden Fasern desselben und 2) die Ganglienzellen und mit diesen verbundenen Nervenröhren, die ich Ganglienfasern nennen will. Die Wurzelfasern treten beim Menschen und bei den genannten Säugethieren in durchaus kein Verhältniss zu den Nervenzellen des Ganglion. Bei den letzteren sitzen sie meist als ein einziges zusammenhängendes, jedoch etwas aufgelockertes Bündel nicht ganz in der Axe des

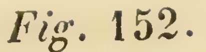


Fig. 152.



Knotens geraden Weges durch denselben durch, bilden jedoch auch hie und da im Ganglion mit mehreren Bündeln einen Plexus der einfachsten Art. Beim Menschen findet sich bei den kleinsten Knoten dasselbe, was bei kleinen Säugern, namentlich überzeugt man sich mit der grössten Bestimmtheit von dem einfachen Durchtreten der Wurzelfasern. In grösseren Ganglien dagegen zeigt sich eine innigere Mengung der verschiedenen Elemente, so dass ihr Verhalten schwieriger zu ermitteln ist. Bei Verfolgung des Faserverlaufes an frischen Präparaten und an durch Chromsäure erhärteten und durch Natron durchsichtig gemachten Segmenten ganzer Knoten zeigt sich jedoch auch hier deutlich und sicher, dass die Wurzelfasern, obschon fast die ganze Breite des Ganglion einnehmend und in demselben ein reiches Netzwerk mit länglichen Maschen bildend, doch nur durch dasselbe hindurchgehen und nie mit den Zellen in genauere Verbindung treten. — Die Fasern der Nervenwurzeln zeigen, indem sie durch die Ganglien hindurchsetzen durchaus nichts Eigenthümliches, namentlich keine Veränderung im Durchmesser; auch Theilungen sah ich durchaus keine und glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass solche, wenn überhaupt vorhanden, auf jeden Fall sehr selten sind, da ich, obschon ich speciell nach ihnen forschte und bei Säugethieren viele Nervenfasern durch das ganze Ganglion hindurch verfolgen konnte, doch nichts von ihnen bemerkte.

Die Hauptbestandtheile der Ganglien sind die Ganglienkugeln oder Ganglienzellen (Fig. 153 u. 155.), die alle Charactere der Nervenzellen besitzen, jedoch von den bisher beschriebenen centralen Zellen

Fig. 152. Ein *Ganglion lumbale* eines jungen Hundes mit Natron behandelt und 45 mal vergr. *S.* Sensible Wurzel, *M.* motorische Wurzel, *R.a.* vorderer Ast des Rückenmarksnerven, *R.p.* hinterer Ast; bei beiden ist ihre Zusammensetzung aus beiden Wurzeln deutlich, *G.* Ganglion mit den Zellen und den Ganglienfasern, die die durchtretende sensible Wurzel verstärken helfen.

namentlich durch eine stärkere Zellmembran, durch eine besondere äussere Hülle und durch den Zusammenhang mit Nervenröhren sich unterscheiden. Von Gestalt sind dieselben meist rundlich, länglich oder birnförmig und gewöhnlich leicht abgeplattet; ihre Grösse geht von 0,012 — 0,036''', selbst 0,04''', beträgt jedoch bei den meisten zwischen 0,02 und 0,03'''. Inhalt, Kern und Kernkörperchen verhalten sich chemisch und morphologisch wie bei den grösseren centralen Zellen; der erstere ist weich, elastisch, durchweg feinkörnig und ausserdem fast ohne Ausnahme meist in der Nähe des Kernes mit einer im Alter zunehmenden Ansammlung von gelben oder gelbbraunen grösseren Pigmentkörnern versehen, denen vorzüglich die Ganglien ihre gelbe Farbe verdanken. Die Kerne messen 0,004 — 0,008''', die Nucleoli 0,0008 — 0,002'''. Diese Ganglienzellen nun finden sich in den Spinalganglien einmal in grösserer Menge an der Oberfläche der Knoten zwischen dem Neurilem und den durchsetzenden Wurzelfasern und, wenigstens beim Menschen, auch in dem Innern derselben, wo sie nesterartig die Räume des Nervenröhrenplexus erfüllen. Durch ein besonderes Gewebe werden die einzelnen Zellen in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt, welches an isolirten Zellen wie eine besondere Hülle derselben erscheint und daher auch äussere Scheide derselben genannt wird, in der That jedoch ein das ganze Ganglion durchziehendes System von vielfach verbundenen kleinen Scheidewänden darstellt, die die einzelnen Zellen zwischen sich aufnehmen, und nur seltener als bestimmt abgegrenzte Hülle einzelner Kugeln auftritt. Dieses Gewebe zählt offenbar zum Bindegewebe, tritt jedoch in mehrfachen Formen auf, die zum Theil schon *Valentin* (*Müll. Arch*iv 1839, St. 143) richtig gewürdigt hat, nämlich 1) in Gestalt einer bald mehr homogenen, bald mehr faserigen Substanz mit eingestreuten plattrundlichen Kernen von 0,002 — 0,003''' und 2) in Form einzelner länglicher, dreieckiger oder spindelförmiger Zellen von 0,003—0,005''', mit Kernen wie vorhin, die zum Theil wohl Epiteliumzellen gleichen, jedoch wie eine Vergleichung ihrer verschiedenen Formen ergibt, den Entwicklungszellen des Bindegewebes entsprechen (Fig. 154). Ausser diesen zwei Bildungen, von denen die erste überall verbreitet ist, die zweite besonders in grösseren Ganglien sich fand,

Fig. 153.

Fig. 153. Ganglienkugeln aus dem *Ganglion Gasseri* der Katze, 350 mal vergr. 1. Zelle mit kurzem, blassem Fortsatz und einem Faserursprung, *a.* Hülle der Zelle und Nervenröhre mit Kernen, *b.* Zellenmembran der Ganglienkugel. 2. Zelle mit einem Faserursprung ohne Hülle, *b.* Zellenmembran der Ganglienkugel. 3. Ganglienkugel durch Präparation ihrer Zellmembran und äusseren Scheide beraubt.

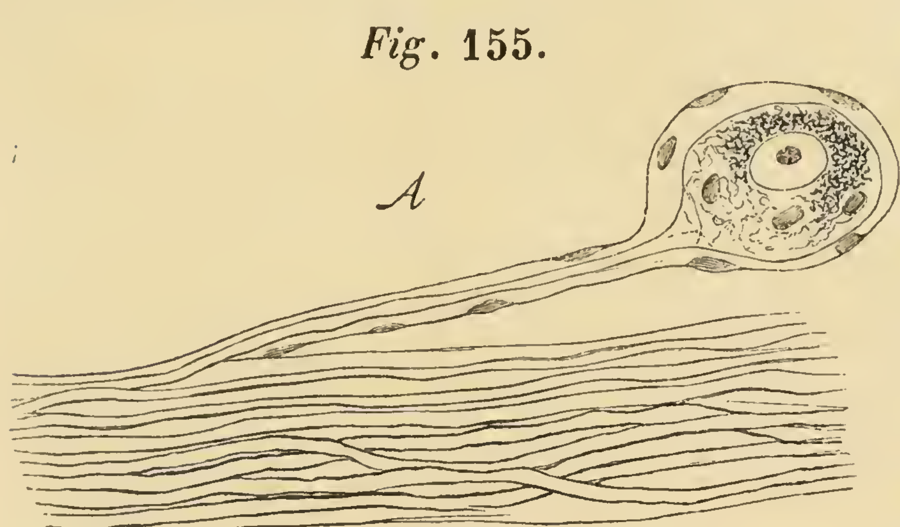
Fig. 154.

Fig. 154. Zellen aus der Scheide der Ganglienkugeln der Spinalknoten des Menschen, 350 mal vergr.

kommen beim Menschen auch noch Zwischenformen vor, die wie aus kernhaltigen sogenannten *Remak*'schen Fasern bestehen, wenigstens bei der Präparation in solche zerfallen.

Von weitaus den meisten Ganglienzellen gehen beim Menschen und bei den Säugethieren einfache, blasse Fortsätze von 0,0015 — 0,0025‴ aus, ganz entsprechend denen der centralen Zellen und nur darin verschieden, dass sie, wie ich im Jahre 1844 nachwies (*Selbst. u. Abh. d. symp. Nerv. Zürich* 1844 St. 22), ohne Ausnahme, je einer in eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzen (Fig. 153, 155). Ich habe diese zuerst nur bei der Schildkröte, der Katze und dem Meerschweinchen gemachte Beobachtung seither auch bei vielen anderen Säugethieren und beim Menschen wiederholt und so vollkommen bestätigt befunden, dass ich diesen Punct als ganz gesichert betrachte. Beim Menschen wählt man zur Untersuchung entweder die grösseren Knoten, welche man dann, wo möglich unter einem einfachen Mikroskope, sorgfältig zerfasert, bis man einen Faserursprung findet, was bei einiger Uebung doch fast in jedem Ganglion gelingt oder man hält sich an die kleineren Ganglien des *Sacralis I* und *Coccygeus*. In diesen trifft man fast in jedem Individuum einzelne ganz isolirt neben den Ganglien oder in der Nähe derselben befindliche gestielte Ganglienkugeln, jede in ihrer besonderen, hier homogen aussehenden Scheide (Fig. 155.) und erkennt in vielen Fällen ausnehmend deutlich die im Stiel der Kugel liegende, einfache, dunkle Nervenfaser und häufig auch deren Zusammenhang durch einen blassen Fortsatz mit der Zelle. Auch die *Ganglia aberrantia* (*Hyrtl*), d. h. inconstante, grössere oder kleinere, in jeder Leiche vorkommende Ansammlungen von Ganglienkugeln an den hinteren Wurzeln der grösseren Nerven, lassen hie und da einfache Faserursprünge bestimmt erkennen. — Die von den Ganglienzellen entspringenden dunklen Fasern bilden einfach die Fortsetzung der blassen Ausläufer der Zellen, so dass Hülle und Inhalt beider Theile continuirlich in einander übergehen und somit auch die Membran und der Inhalt der Zellen mit der Scheide der Nervenröhren und der Markscheide sammt dem

Fig. 155.



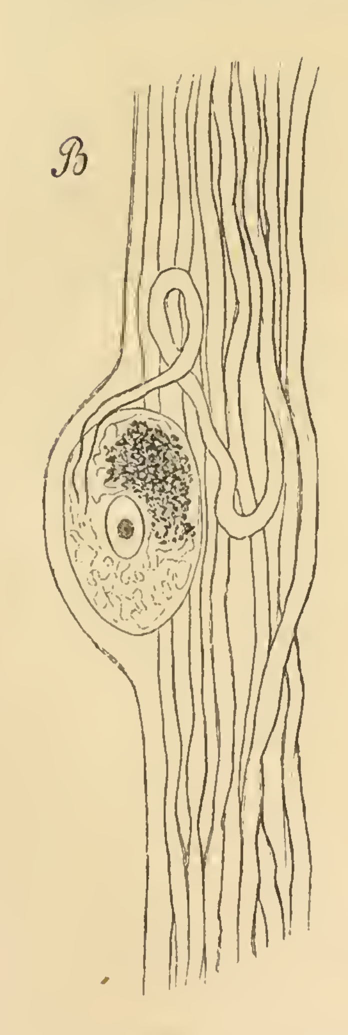


Fig. 155. *A.* Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden gestielten Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist. *B.* Ein Theil des *Nerv. coccygeus* in der Nähe des Ganglion. Eine gewundene Faser kommt offenbar von einer am Rande etwas vorspringenden Zelle und läuft peripherisch weiter, 350 mal vergr. Vom Menschen.

Axencylinder verbunden sind. Die entspringenden Nervenröhren oder Ganglienfasern sind anfangs fein, von 0,0015—0,0025''', bleiben jedoch nicht so, wie ich früher glaubte, als ich nur ihren Ursprung kannte, son-sondern nehmen, wie man sehr leicht an vielen Fasern direct beobachten kann, sehr bald, schon innerhalb des Ganglion Alle bis zu 0,003 und 0,004''', manche selbst bis zu 0,005 und 0,006''' an Dicke zu, werden mithin zu mitteldicken und dicken Nervenröhren. Im weitern Verlauf schliessen sie sich, indem sie häufig bogenförmig, ja selbst mit mehreren Cirkeltouren ihre Ganglienkugeln umgeben und zwischen den andern sich hindurch winden, an die austretenden Wurzelfasern an und gehen ohne Ausnahme in den gemeinschaftlichen Stamm der Rückenmarksnerven ein. — Die Fortsätze der Zellen und die entspringenden Nervenfasern besitzen ebenfalls gekernte Scheiden, wie die Zellen selbst, sogenannte Scheidenfortsätze, verlieren dieselben jedoch da, wo sie an den austretenden Stamm sich anlegen und erhalten statt ihrer das gewöhnliche Neurilem der Nerven als Umhüllung.

Meine eben gegebene Schilderung von dem Verhalten der Spinalganglien der Säugethiere und des Menschen weicht sehr erheblich von dem ab, was *Bidder-Reichert*, *R. Wagner* u. *Robin* bei Fischen gefunden haben, allein dies kann offenbar keinen Grund gegen dieselbe abgeben, da keine Nöthigung vorhanden ist, bei allen Geschöpfen denselben Bau der Ganglien anzunehmen. Ich bezweifle nicht im Geringsten, dass bei den Fischen Ganglienkugeln, die zwei Nervenröhren den Ursprung geben, sogenannte bipolare Kugeln, ungemein häufig sind, und habe, wie *Stannius* u.A., hievon ebenfalls mich überzeugt, allein ich läugne das Vorkommen ähnlicher Verhältnisse bei höheren Thieren aufs Bestimmteste. Namentlich muss ich den Annahmen *R. Wagner's* durchaus entgegentreten, wenn er (*Gött. Anz.* 1850, Nr. 4.) behauptet, dass das Vorkommen bipolarer Ganglienkugeln mit dem *Bell*'schen Lehrsatze in Zusammenhang stehe und ein nothwendiges Moment in der Mechanik der sensitiven Fasern sei, und kann auch nicht beistimmen, wenn er durch seine Erfahrungen an Fischen „den höchst wichtigen und so lange gesuchten anatomischen Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Primitivfasern“ gefunden zu haben glaubt (*Handw. d. Phys.* III. 1. pg. 455). Selbst vorausgesetzt, dass bei allen Geschöpfen ohne Ausnahme in den Spinalknoten nur bipolare Kugeln vorkommen, so sehe ich nicht ein, was dies für den anatomischen Unterschied der Nervenfasern bedeuten soll. Eine sensible Faser, die sich so verhält, ist ja deswegen nicht um ein Haar anders gebaut, und nach wie vor als Faser von einer motorischen nicht zu unterscheiden; das Vorkommen einer Ganglienkugel an ihr ändert die Natur der Faser selbst nicht und lehrt uns in Bezug auf den Unterschied der zweierlei Fasern um kein Jota mehr, als wenn wir wissen, dass die motorischen Wurzeln mit den vorderen grauen Hörnern des Markes verbunden sind, die sensiblen mit den hintern. Es ist also selbst unter dieser Voraussetzung der *Wagner*'sche zweite Satz nicht zu halten. Was den ersten derselben anlangt, so wird allerdings die Unterbrechung einer sensiblen Faser durch eine Ganglienkugel nicht ohne Einfluss auf die Function derselben sein können, allein ich begreife wiederum nicht, warum dies „nothwendig“ mit dem *Bell*'schen Satze zusammen-

hängen soll, warum eine Faser, die keine bipolare Kugel hat, nicht sensibel sein kann. Es ist übrigens durchaus überflüssig, auf theoretischem Wege darzuthun, wie gewagt der erste *Wagner*'sche Satz ist, da die Erfahrung denselben leicht widerlegt. Ich finde und behaupte, dass bei Säugethieren und beim Menschen keine einzige Nervenröhre der sensiblen Wurzeln mit den Ganglienkugeln des Spinalknotens in irgend welche Verbindung tritt, vielmehr alle dieselben einfach durchsetzen. Wenn *Wagner* und Andere dieses Verhalten noch nicht gesehen haben, so rührt dies nur daher, dass sie bei Untersuchung ganzer kleinerer Knoten die verdünnten Alkalien (Natron vor Allem) nicht anwandten, welche den Faserverlauf in denselben aufs deutlichste vor Augen bringen. — Was die von den Ganglienkugeln entspringenden Ganglienfasern anlangt, so hätten sich die Gegner der von mir aufgestellten Sätze auf demselben Wege davon vergewissern können, dass keine derselben central, d. h. nach dem Marke zu verläuft. Um diese Einsicht zu gewinnen, muss man jedoch die aus den Ganglienkugelmassen hervorkommenden Fasern (umspinnende Fasern nach der früheren Benennung von *Valentin*) gehörig weit verfolgen und sich nicht beirren lassen, wenn nicht alle schief gegen den austretenden Stamm der Wurzelfasern hingehen; fast immer wenden sich einige derselben erst horizontal einwärts, ja selbst leicht aufwärts in der Richtung des centralen Endes des Knotens, biegen jedoch ohne Ausnahme unter rechten, selbst spitzen Winkeln um, um schliesslich den Knoten peripherisch zu verlassen. Mit diesem Verlauf der Ganglienfasern stimmt nun auch das überein, dass die austretenden Stämme der Spinalknoten (die motorische Wurzel abgerechnet) ohne Ausnahme dicker sind als die eintretenden sensiblen Wurzeln. An den grossen Knoten des Menschen sieht man dies schon von Auge, wenn man das Neurilem vorsichtig abgezogen hat und bei den kleineren und denen von Säugethieren ergibt es auch die Untersuchung unter dem Mikroskop, wie folgende Beispiele belegen:

Mensch.	Eintretende sensible Wurzel.	Austretender Stamm ohne die mot. Wurzel.
Gangl. sacrale V. dextr.	0,17‴	0,22‴
,, ,, *V. sin.*	0,18‴	0,24‴
,, *coccygeum dextr.*	0,06‴	0,085‴
Hund (jung).		
Gangl. lumbale V.	0,17‴	0,24‴
,, *sacrale II.*	0,14‴	0,18‴
,, ,, *III.*	0,108‴	0,12‴
,, ,, *IV.*	0,10‴	0,12‴

Es wäre somit der Bau der Spinalknoten der Säugethiere in Bezug auf zwei wichtige Punkte, das Entspringen von besondern Nervenröhren und das Durchtreten der Wurzelfasern, aufgedeckt. Dagegen kann ich über einige andere Punkte keinen bestimmten Aufschluss geben, nämlich ob es in den Ganglien auch Zellen ohne Fortsätze und solche mit mehr als einer entspringenden Faser gibt. Was ersteres anlangt, so sieht man zwar bei Präparation der Ganglien sehr viele Zellen ohne Fortsätze, allein es

ist denn doch nicht möglich, die bestimmte Ueberzeugung zu gewinnen, dass dieselben nicht verstümmelte sind, da bekanntlich die Fortsätze ungemein leicht abreissen. Untersucht man ganze kleinere Ganglien von Säugethieren, so möchte man darauf schwören, dass von jeder Zelle eine Faser kommt, denn es lässt sich nach Natronzusatz zu jeder derselben eine Faser verfolgen, dagegen zeigen sich in den kleinsten *Ganglia spinalia* des Menschen und an den inconstanten Knötchen der hinteren Wurzeln nicht selten einzelne Zellen, zu denen durchaus keine Faser zu treten scheint und ich möchte aus diesem Grunde vorläufig diese Frage noch offen erhalten und nur dahin mich aussprechen, dass auf jeden Fall von der grossen Mehrzahl der Zellen Ganglienfasern entspringen. Den mehrfachen Ursprung von Nervenfasern anlangend, so halte ich denselben nach dem oben bemerkten nur in der Weise für möglich, dass die zwei abgehenden Fasern beide peripherisch verlaufen, auf welches Vorkommen *Bidder* zuerst aufmerksam gemacht hat, glaube jedoch, dass ein solches Verhalten in den Spinalknoten der Säugethiere, wenn überhaupt vorkommend, sehr selten ist, weil es mir auch bei der sorgfältigsten Präparation noch nie gelungen, auch nur zwei blasse Fortsätze, geschweige denn zwei abgehende markhaltige Röhren zu finden, während einfache Fortsätze äusserst leicht und selbst Ursprünge von Nervenröhren relativ häufig sich darbieten. Wären Kugeln mit zwei Fortsätzen etwas Gewöhnliches, so müsste man dieselben sehen und zwar häufig, gerade wie bei Fischen. Dann ergibt sich auch bei sorgfältiger Durchmusterung mit Natron hell gemachter kleiner Ganglien von Säugern, dass die Zahl der Zellen und der von ihnen herkommenden Fasern in einem solchen Verhältniss zu einander steht, dass es ganz unmöglich ist, ein häufigeres Vorkommen von doppelten Faserursprüngen zu statuiren. Dasselbe ganz läugnen zu wollen, das fällt mir nicht ein, besonders da auch *Bidder* bei einigen Kopfnerven von Säugern doppelte Ursprünge gesehen hat, ebenso *Schiff* (l. i. c.) im Vagusknoten des Pferdes zweimal, allein es ist denn doch zwischen diesem Ausspruche und den von anderer Seite her aufgestellten Vermuthungen eine weite Kluft, namentlich wenn man noch dazu nimmt, dass wenn auch bipolare Zellen da sind, doch von centripetalen und centrifugalen Schenkeln derselben keine Rede sein kann.

In Betreff der interessanten Beobachtungen über den Bau der Spinalknoten niederer Thiere und namentlich der Fische, verweise ich besonders auf die unten citirten Schriften von *R. Wagner*, *Bidder*, *Robin* und *Stannius*, und erlaube mir hier nur die Resultate anzudeuten, zu denen der letztgenannte besonnene Forscher gelangt ist. Nach *Stannius* kommen in den aus dem *Lobus posterior medullae oblongatae* entspringenden Wurzeln des *Trigeminus* und des *Nervus lateralis vagi* der meisten Knochenfische nur bipolare Ganglienkugeln mit centripetalen und centrifugalen Nervenröhren vor und ebenso finden sich bei den *Plagiostomen* und bei *Petromyzon* in nahezu allen Ganglien die bipolaren Ganglienzellen mit breiten und schmalen, von ihnen ausgehenden Fasern in ausserordentlich vorwiegender Zahl. Dagegen sah *St.* auch unipolare Ganglienzellen und apolare in vielen Fällen mit aller nur möglichen Bestimmtheit (l. c. pg. 147) und zwar bei Knochenfischen in allen spinalartigen Ganglien der Hirnnerven,

im *Sympathicus* und in einigen kleineren Ganglien, glaubt jedoch, obschon er hier bipolare Kugeln fast gar nicht sah, die Skepsis so weit treiben zu müssen, diese Verhältnisse für noch nicht zweifellos zu erklären. In den Spinalganglien einiger Knochenfische hat *St.* meist bipolare Zellen gesehen, die breite und schmale Fasern entsendeten und glaubt unipolare, die man hie und da wahrnimmt, als verstümmelte betrachten zu müssen. — Bipolare Zellen mit neben einander liegenden Fortsätzen sah auch *Stannius*, doch gingen meist beide Fasern nach entgegengesetzten Seiten (l. c. pg. 147), nur in einem Falle in einem sympathischen Ganglion von Trigla sah er dieselben nach derselben Richtung, anscheinend peripherisch, abgehen. Dann fand *Stannius* bei Plagiostomen in den Ganglien der Kopfnerven auch einige Zellen, die drei Nervenfasern abgaben. Man könnte dies auch als Theilung von Nervenfasern in Ganglien betrachten und auch *Valentin's* Beobachtung hierher ziehen, der im *Gangl. Gasseri* der Forelle eine Nervenfaser in einiger Entfernung von ihrer Zelle sich theilen sah (*Phys.* 2. Aufl. II. pg. 607, Taf. III. Fig. 18). Theilungen von Nervenfasern in Ganglien wollen *Valentin* (l. c.) in einem Spinalknoten des Grasfrosches und *R. Wagner* beim Frosch gesehen haben (*Gött. Anz.* 1850, 13. Apr. St. 580). Bei *Spinax acanthias* sah *Stannius* am *N. maxillaris superior* eine Nervenfaser durch zwei nahe beisammen liegende Ganglienkörper in ihrem Laufe unterbrochen. — Bei den Amphibien und Vögeln wollen zwar einige Autoren (siehe *Zeitschr. f. wiss. Zool.* I. pg. 138) bipolare Kugeln in Spinalganglien gesehen haben, ich glaube jedoch nach meinen bisherigen Erfahrungen das Vorkommen unipolarer auch hier als weit vorwiegend bezeichnen zu dürfen (vergl. auch *Schiff*, *Arch. f. phys. Heilk.* 1850 St. 257 flgde.). — Noch bemerke ich in Betreff des Verhaltens der Ganglienkugeln zu den von ihnen entspringenden Nervenröhren, dass ich es für die Regel halte, dass der Inhalt der Ganglienzellen oder ihrer blassen Fortsätze mit demjenigen der Nervenröhren direct zusammenhängt. Hie und da sieht man den Inhalt der Zelle mehr oder weniger scharf gegen den ihrer Fortsätze oder der Nervenröhre (die bei Säugethieren nie unmittelbar an die Zelle herangeht) abgesetzt, entweder weil derselbe dunkler und körnerreicher ist oder weil er sich durch beigesetzte Reagentien zusammengezogen hat. Liegt der Inhalt der Zelle nicht an der Membran derselben an, wie es sonst sich findet, oder bildet er einen ganz für sich bestehenden Klumpen, so ist dies immer secundär, Folge der Präparation, von Zusätzen u. s. w. Solche Ganglienkugeln vor Allem (abgebildet bei *Bidder* l. c. Taf. I. Fig. 4, 5, und bei *Ludwig* l. c. Fig. 3, 4, 5) haben zum Glauben verleitet, dass man zwischen der Hülle derselben, als erweiterter Nervenröhre, und dem Inhalt als zwei nicht zusammengehörenden Theilen unterscheiden müsse, allein mit Unrecht. Auch apolare Ganglienkugeln zeigen, wie Zellen überhaupt (Eier, Knorpelzellen z. B.), nicht selten eine solche Trennung der Membran vom Inhalt und durch arsenige Säure lässt sich, wie ich vor kurzem bei *Harting* sah, der Zusammenhang der Axencylinder und des Inhaltes der Ganglienkugeln und ihrer Fortsätze darstellen.

Unterhalb der Spinalganglien vereint sich die motorische und sensible

Wurzel zur Bildung eines gemeinschaftlichen Stammes und zwar so, dass ihre Fasern verschiedentlich sich mischen, wie sich bei kleinen Thieren sehr deutlich direct beobachten lässt. Alle von nun an abgehenden Aeste, sowohl der vordere und der hintere Hauptast als auch deren fernere Verbreitungen sind mithin gemischter Natur, von Theilen beider Wurzeln gebildet, welches Verhalten auch bis zur letzten Ausbreitung so bleibt. Hier jedoch ändert sich dasselbe, indem die motorischen Fasern in ungemein vorwiegender Menge in die Muskelzweige, die sensiblen vorzüglich in die Hautäste abgehen. Wo die in den Spinalganglien entspringenden Ganglienfasern sich ausbreiten, ist auf anatomischen Wege nicht zu ermitteln. Berücksichtigt man aber die Physiologie, so möchte es als das Wahrscheinlichste erscheinen, dass dieselben nicht, wie man auf den ersten Blick zu glauben geneigt ist, in den *Rami communicantes* zum *Sympathicus* gehen, sondern, mit den Rückenmarksnerven verlaufend, vor Allem in die Gefässnerven derselben übertreten und mithin in Haut, Muskeln, Knochen, Gelenken, Sehnen und Häuten (*Periost, Pia mater* etc.) sich ausbreiten, dann aber auch vielleicht zu den Drüsen und unwillkürlichen Muskeln der Haut sich begeben. — Die Nervenfasern in den Hauptästen der Rückenmarksnerven zeigen dieselben Durchmesser wie in den Wurzeln, d. h. es finden sich feine und dickere Röhren und eine gewisse Zahl von Uebergangsformen, im weitern Verlauf scheiden sich jedoch die Fasern, so dass die dickeren mehr in die Muskeläste, die dünneren in die Hautnerven übergehen. *Remak* war der Erste, der von diesen Verhältnissen Kunde gab (*Müller's Arch.* 1836, St. 154) und später wurden dieselben von Verschiedenen, von *Peltier* (*Ann. d. sc. nat.* 1839, pg. 313), *Henle* (St. 117, 144), *Bruns* (St. 145), vor Allem aber von *Bidder* und *Volkmann* (*Sympath.* und Artikel *Nervenphysiologie* St. 593 flgde.) gewürdigt. Nach den Angaben von *B.-V.* ist das Verhältniss der dünnen zu den dicken Fasern beim Menschen in den Hautnerven wie 1,1 : 1, in den Muskelnerven wie 0,1—0,33 : 1, welche Angaben ich nur bestätigen und denselben noch das beifügen kann, dass die Nerven der Knochen in den Stämmen ⅓ dicke, ⅔ dünne Röhren führen, während die der Gelenke, Sehnen und Häute vorwiegend dünne Fasern enthalten (vergl. pg. 340). Damit kann ich jedoch nicht übereinstimmen, wenn *B.-V.* die dünnen Fasern der Rückenmarksnerven schlechthin als sogenannte sympathische ansehen. Die mikroskopische Untersuchung erweist nämlich beim Menschen und bei Säugethieren, 1) dass schon die Wurzeln der Rückenmarksnerven sehr viele feine Fasern enthalten, die ganz bestimmt aus dem Mark oder Gehirn und nicht aus dem *Sympathicus*, noch aus den Spinalganglien stammen und mit den Spinalnerven peripherisch sich ausbreiten, 2) dass die Spinalganglien keine Quelle feiner Fasern sind, die man etwa sympathische nennen könnte, 3) endlich dass auch der *Sympathicus* im Ganzen genommen nur wenige mit den Rückenmarksnerven peripherisch verlaufende Aeste abgibt (vergl. §. 122). Aus diesen Gründen müssen meiner Ansicht nach die meisten feinen Fasern der Spinalnervenäste als vom Rückenmark abstammende und in ihrer Function den dicken für ganz gleich bedeutende gehalten werden, und nur das wird vorläufig noch unermittelt bleiben, ob dieselben alle zum Gehirn empor-

gehen oder vielleicht einem kleinen Theile nach im Marke entspringen, worüber §. 116. zu vergleichen ist.

Die Rückenmarksnerven bestehen zwar im Allgemeinen aus parallel und meist wellenförmig verlaufenden Röhren, von welchem Umstande auch das quergebänderte Ansehen derselben herrührt, zeigen aber doch im Verlaufe sehr häufig Anastomosen, durch welche die verschiedenen grösseren oder kleineren Plexus mit sich kreuzenden Fasern entstehen. Die Bildung derselben beruht auf einem Austausch ganzer Bündel oder Fasern, nie auf einem Zusammenhang der einzelnen Primitivfasern und bietet vom mikroskopischen Standpuncte aus nichts Bemerkenswerthes dar. — Theilungen der Nervenröhren kommen nach unseren bisherigen Erfahrungen in den Stämmen und grösseren Aesten der Rückenmarksnerven der Säugethiere nicht vor [bei den Fischen sah *Stannius* vielfache Theilungen in den Stämmen von motorischen und gemischten Nerven (*Archiv für phys. Heilk.* 1850, St. 77)], ebenso wenig eine erhebliche Aenderung in ihrem Durchmesser; dagegen finden sich allerdings auch beim Menschen in den Endausbreitungen solche Theilungen und zugleich eine sehr bedeutende Abnahme der Röhren in ihrem Durchmesser, mit Bezug auf welche Verhältnisse und auf die Endigungen in Haut, Muskeln, Knochen, Häuten überhaupt auf die oben gegebenen Schilderungen (§§. 11, 41, 77, 102, 120) verwiesen wird, und hier nur noch das bemerkt werden soll, dass ich auch in der Scheide des Menschen Theilungen der Nervenröhren sah, ferner dass *Schaffner* (l. i. c.) in Amphibienmuskeln ganz feine Ausläufer von Schlingen dunkelrandiger Röhren beschreibt, die mir nichts als Reste der embryonalen blassen Fasern zu sein scheinen, wie man sie in den Hautnerven dieser Thiere so häufig sieht.

Nur eine Art der Endigung der Rückenmarksnerven ist hier noch zu besprechen, die in den Pacinischen Körperchen. So nannten *Henle* und ich (*Ueber die Pacin. Körperchen des Menschen und der Thiere, Zürich* 1844) von dem Italiäner *Pacini* (*Nuovi organi scoperti nel corpo umano, Pistoia* 1840) zuerst genauer beschriebene kleine Organe, namentlich an den Nerven der Handfläche und Fusssohle, die allerdings, wie *Langer* in Wien später nachwies, schon von dem Deutschen *A. Vater* (*J. G. Lehmann, de consensu partium corp. hum. Vitembergae* 1741) gesehen, jedoch in ihrer Bedeutung nicht erkannt worden waren. Diese Organe von elliptischer oder birnförmiger Gestalt, weisslich durchscheinender Farbe, mit einem weisseren Streifen im Innern und von ½—2‴ Grösse finden sich beim Menschen constant an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle in dem Unterhautzellgewebe selbst und zwar am zahlreichsten an den Fingern und Zehen, namentlich am dritten Abschnitte derselben [nach *Herbst* (*Die Pacin. Körperchen und ihre Bedeutung, Gött.* 1847) finden sich an der Hand ungefähr 600, am Fuss etwas weniger], ausserdem zeigen sie sich, was hier ebenfalls besprochen werden mag, ohne Ausnahme an den grossen sympathischen *Plexus* vor und neben der *Aorta abdomi-*



nalis, hinter dem *Peritoneum*, besonders in der Nähe des *Pancreas*, manchmal auch im Gekröse d. Dünndarmes bis nahe an den Darm hin, ferner ausnahmsweise an anderen Nerven, so an *Nervus pudendus communis,* an der *Glans penis* (*Fick*) und am *Bulbus urethrae*, an den *Nervi intercostales,* am *Plexus sacralis,* an den Hautnerven des Ober- und Unterarmes, am Hand- und Fussrücken, an den Hautnerven des Halses.

Fig. 156. *A*. Ein Pacinisches Körperchen des Menschen, 350 mal vergr. *a*. Stiel desselben, *b*. Nervenfaser in demselben, *c*. äussere, *d*. innere Schicht der Hülle, *e*. blasse Nervenfaser in der centralen Höhle, *f*. Theilungen und Ende derselben. *B*. Nerven eines Fingers mit den ansitzenden Pacinischen Körperchen, in natürlicher Grösse.

Der Bau der Pacinischen Körperchen ist im Ganzen einfach (Fig. 156). Ein jedes derselben besteht aus sehr vielen (20—60) concentrischen Schichten von Bindegewebe, von denen die äusseren durch grössere, die inneren durch kleinere Zwischenräume von einander getrennt sind, in denen eine helle serumartige Feuchtigkeit sich findet, die in grösserer Menge in einem länglichen, innerhalb der innersten Schichten enthaltenen centralen Raume angesammelt ist. Jedes Körperchen besitzt einen aus den Fortsetzungen seiner Schichten gebildeten rundlichen, mit einem Nervenzweigchen verbundenen Stiel, in welchem eine von dem Nerven abgehende, dunkle, 0,006—0,008''' breite Nervenfaser zu dem Körperchen verläuft. Dieselbe tritt aus dem Stiel in den centralen Raum, wird hier 0,006''' breit und 0,001''' dick, blass, marklos, fast wie ein Axencylinder und endet im oberen Theile der inneren Höhlung häufig zwei- oder dreigespalten, mit einem freien, leicht granulirten Knöpfchen. Weiteres, auch vergleichend anatomisches Detail über diese bei vielen Säugethieren und auch bei Vögeln (*Herbst, Will*) zahlreich vorkommenden Gebilde, über welche die Physiologie noch ganz im Dunkeln ist, findet sich in den oben citirten Schriften, dann auch bei *Reichert* (*Bindegewebe,* St. 65), *Herbst* (*Götting. gel. Anz.* 1848, Nr. 162, 163), *Will* (*Sitzungsbericht der bayer. Akad., Febr.* 1850), *Osann* (*Bericht über die zoot. Anst. in Würzb.* 1849), *Strahl* (*Müll. Arch.* 1848, St. 163) und *Pappenheim* (*Compt. rend.* XXIII. pg. 68).

Die Rückenmarksnerven sind von ihrer Durchtrittsstelle durch die *Dura mater* an von einer festeren Hülle, der Nervenscheide, *Neurilema,* umhüllt, deren Stärke im Allgemeinen nach der Stärke der Nerven sich richtet. Dieselbe geht mit feineren Ausläufern auch in das Innere der Nerven ein und theilt, gleich wie bei den Muskeln, einerseits deren Elemente in grössere und kleinere Fascikel und geht anderseits mit ganz verfeinerten Scheiden auch zwischen die einzelnen Röhren ein. An mittelgrossen und kleineren Nerven finden sich nur secundäre Bündel von sehr verschiederer Grösse und meist drehrunder Gestalt, deren Röhren alle sehr dicht beisammen liegen; tertiäre Bündel kommen in den stärksten Strängen wie im *Ischiadicus, Medianus, Radialis, Cruralis* u. s. w. vor (Fig. 157). Das Neurilem besteht durchweg aus Bindegewebe, doch sind die Formen desselben ziemlich mannigfach. In den Endausbreitungen, wo an manchen Orten, wie in den Knochen und den Muskeln hie und da, selbst einzelne oder einige wenige Primitivfasern noch eine äussere Scheide besitzen, erscheint dasselbe als eine homogene, mit länglichen Kernen von 0,003''' besetzte Hülle, und so bleibt es auch bei den kleineren Zweigen der Haut- und Muskelnerven, nur dass nach und nach die Substanz der Länge nach in Fasern sich zu spalten beginnt, die Kerne länger werden (0,005—0,008'''), oft fast wie in glatten Muskeln, und in Kernfasern überzugehen beginnen, die auch beim Menschen

Fig. 157.



Fig. 157. Querschnitt des *Nervus ischiadicus*, 15 mal vergr. *a*. Gesammthülle des Nerven, *b*. Neurilem der tertiären Bündel, *c*. secundäre Nervenbündel, zum Theil mit besonderen Scheiden; vom Kalbe.

wie es schon *Henle* beim Frosch sah, als ganze Bündel umspinnende sich zeigen. In grösseren Nerven tritt dann schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen Kernfasernetzen auf, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe. Auch eigenthümliche, netzförmige, in Essigsäure unveränderliche Fasern wie in der *Zonula Zinnii* sah *Henle* im Neurilem.

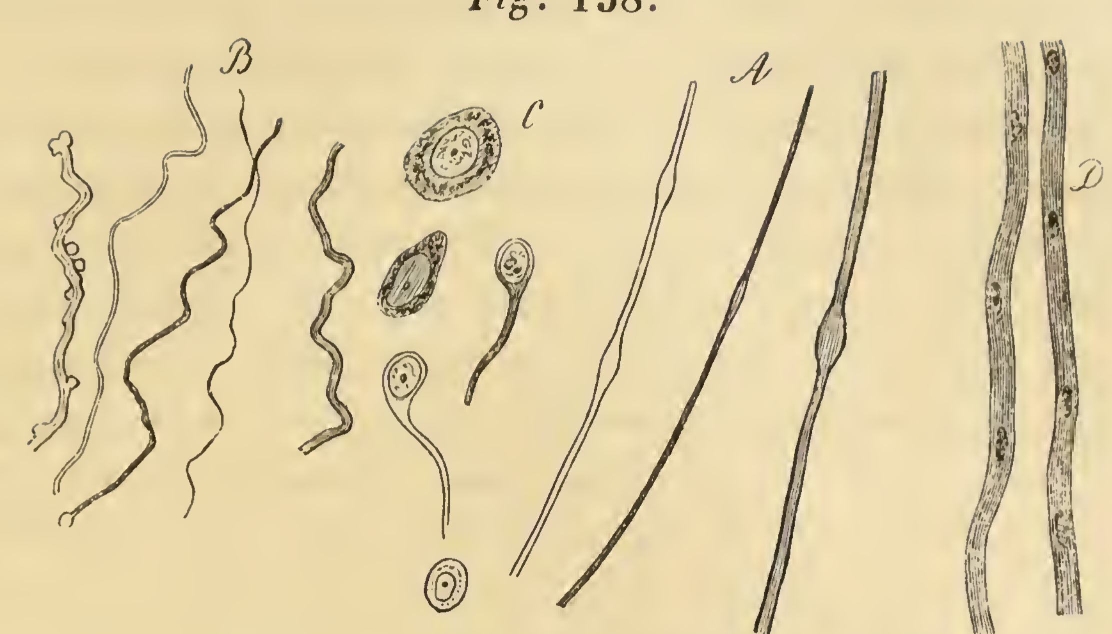
Alle grösseren Nerven enthalten Gefässe, obschon nicht gerade in grosser Zahl, die vorzüglich der Länge nach, zum Theil auch, wie in den höheren Sinnesnerven (*Hyrtl* in *Heidler, das Blut u. s. w., Prag* 1839, St. 45, *Bruns, Allg. Anat. St.* 161), ringförmig um dieselben herum verlaufen und ein lockeres Netz enger Capillaren von 0,002—0,004''' mit länglichen Maschen entwickeln, das die Bündel umspinnt und zum Theil zwischen die Elemente derselben eingeht, jedoch nie einzelne Primitivfasern, sondern immer nur ganze Abtheilungen derselben umgibt. Sind mithin die Nerven eher arm an Gefässen, so gilt von den Ganglien gerade das Umgekehrte. Ich finde in frischen Ganglien kleinerer Säugethiere das zierlichste Capillarnetz in Gestalt eines Maschenwerkes, ähnlich dem St. 20 und 156 dargestellten, so dass jede Ganglienkugel von besonderen Gefässen umgeben ist. In einem *Ganglion lumbale* der Maus betrugen die Capillaren 0,003''', in einem eben solchen Ganglion bei einem jungen Hunde 0,002—0,004''', im *Gangl. cervicale supr.* des Kaninchens, das hier auch gleich erwähnt werden mag, 0,002'''. — Auch die Pacinischen Körperchen enthalten Gefässe, die selbst bis zum centralen Raume dringen (*Todd-Bowman* I. pg. 75 u. 76, *Herbst* Taf. IV. Fig. 1 u. 2).

§. 123.

Kopfnerven. Die vom Gehirn entspringenden sensiblen und motorischen Nerven stimmen mit den Rückenmarksnerven in den meisten Puncten so überein, dass eine kurze Characteristik derselben genügt, und was die höheren Sinnesnerven anlangt, so werden dieselben in der zweiten Abtheilung dieses Werkes, bei den Sinnesorganen, ausführlicher besprochen werden.

Der *Olfactorius* besitzt im *Tractus* und *Bulbus* dunkelrandige Fasern und Nervenzellen (Fig. 158.), von denen oben schon die Rede war. Die Ausbreitung im Geruchsorgan dagegen enthält nach der Entdeckung von *Todd-Bowman* und *Remak* (*Darmnervensystem*, St. 32) beim Menschen und den Säugethieren selbst in den vom Riechkolben abgehenden Hauptästen durchaus keine weissen markhaltigen Fasern, abgesehen von denen, welche durch Anastomosen mit den *Nervi ethmoidales* aus dem *Trigeminus* zugeführt werden, besteht vielmehr durchweg aus blassen, kernhaltigen, leicht granulirten, platten, 0,002—0,003''' breiten Fasern, die fest zusammenhängen und von gemeinschaftlichen, an den *Rami ad septum* stärkeren und daher weissen, neurilematischen Hüllen

Fig. 158.



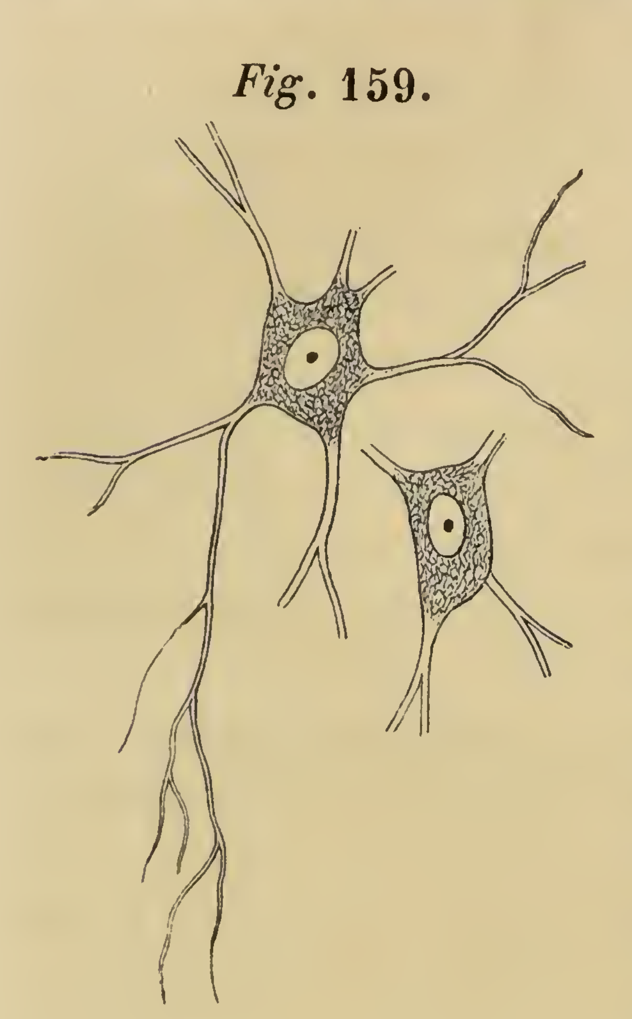
zusammengehalten werden. Ueber den Ursprung dieser, den embryonalen Nervenelementen sehr ähnlichen Fasern, ob sie vom *Bulbus n. olfactorii* oder vom Gehirn selbst herkommen, wissen wir durchaus nichts und ebenso hat sich bisher nicht das Geringste über ihre Enden ermitteln lassen, abgesehen von dem, was das blosse Auge und die Loupe lehrt. Beim Frosch sollen nach *Horn* (*Müll. Arch.* 1850, St. 74) die Aeste der Riechnerven mit gewöhnlichen feinen Nervenröhren und Schlingen enden.

Der *Opticus* wurde oben schon bis zum Chiasma verfolgt. Von diesem an bis zum Auge verhält er sich wie ein gewöhnlicher Nerv und bilden seine 0,0005 — 0,0020‴ messenden Fasern, zwischen denen nach *Hassall* (pg. 519) Nervenzellen sich finden, polygonale Bündel von 0,048 — 0,064‴ Dicke. In der *Retina* werden die Opticusfasern beim Menschen und bei vielen Thieren ganz hell, gelblich oder graulich durchscheinend, wie die feinsten Röhren in den Centralorganen, und feiner, messen jedoch immer noch die stärksten bis 0,0015‴ und darüber, während allerdings die feinsten selbst bis 0,0002‴ herabgehen. Was sie vor andern blassen Nervenendigungen auszeichnet, ist der Mangel von Kernen in ihrem Verlauf, ein etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen und das häufige Vorkommen von Varicositäten, was, wenn auch nicht gerade auf ein Nervenmark, wie in gewöhnlichen Nervenröhren, doch wenigstens auf einen theilweise halbflüssigen Inhalt schliessen lässt und sie den blassesten, markhaltigen Röhren, in der grauen Hirnrinde z. B., an die Seite stellt. Axencylinder habe ich an den Fasern der *Retina* noch nicht gesehen und auch die von *Hassall* erwähnten Theilungen derselben nicht mit Sicherheit beobachtet.

Fig. 158. Aus dem *Olfactorius* des Menschen, 350 mal vergr. *A*. Nervenröhren aus dem *Tractus* mit Wasser, *B*. mit Zuckerwasser contrahirt erscheinend, *C*. Nervenzellen aus dem *Bulbus*, *D*. Nervenfasern aus den Aesten im Geruchsorgan.

Ueber ihre Endigungen glaube ich das angeben zu können, dass sie nur im vorderen Theile der *Retina* sich finden, doch ist es mir noch nicht gelungen, Näheres über dieselben festzustellen. — Ausser den Nervenfasern enthält die *Retina* noch zwei unzweifelhaft nervöse Lagen, nämlich 1) die Körnerschicht nach innen von den Stäbchen, eine Lage von freien, dunkelcontourirten, rundlichen Kernen, von circa 0,003‴ Grösse, die ganz und gar mit den Kernen in der rostfarbenen Lage der grauen Rinde des *Cerebellum* übereinstimmen und 2) eine Lage von Nervenzellen zwischen der Körnerlage und der Ausbreitung des Sehnerven und zum Theil noch zwischen den Elementen des letzteren. Wenn schon bei Untersuchung frischer Augen für den, der mit den Elementen der grauen Substanz des Gehirns vertraut ist, keine Zweifel über die entsprechende Natur dieser Retinaschicht obwalten können, so ist dies noch um so viel weniger der Fall, wenn man Chromsäurepräparate zu Hülfe zieht und an diesen die wahrscheinlich schon von Pacini (*Sulla tessitura intr. d. retina, Bologna* 1848 pg. 34, Fig. 9) gesehenen und von *Hassall* genauer beschriebenen verästelten Fortsätze dieser Zellen mit Leichtigkeit findet. Die Zellen messen von 0,008—0,016‴, sind birnförmig oder rundlich, auch drei-, vier- und fünfeckig feingranulirt, mit deutlichem Kern von 0,005‴ und kleinem Kernkörperchen von 0,0008‴ und leicht zerstörbar, so dass man bei ihrer Untersuchung dieselben Vorsichtsmaassregeln zu befolgen hat, wie bei denen des Gehirns. In noch höherem Grade gilt diess von den zu 1—6 und noch zahlreicher vorkommenden Fortsätzen, die an frischen Präparaten fast gar nicht zu sehen sind, und genau wie die der Zellen der Hirnrinde sich verhalten. So wenig wie dort konnte ich bisher einen Zusammenhang der Fortsätze der Zellen mit unzweifelhaften Nervenfasern sehen und hat man sich besonders davor zu hüten, längere verästelte Fortsätze für Nervenröhren zu halten.

Fig. 159.

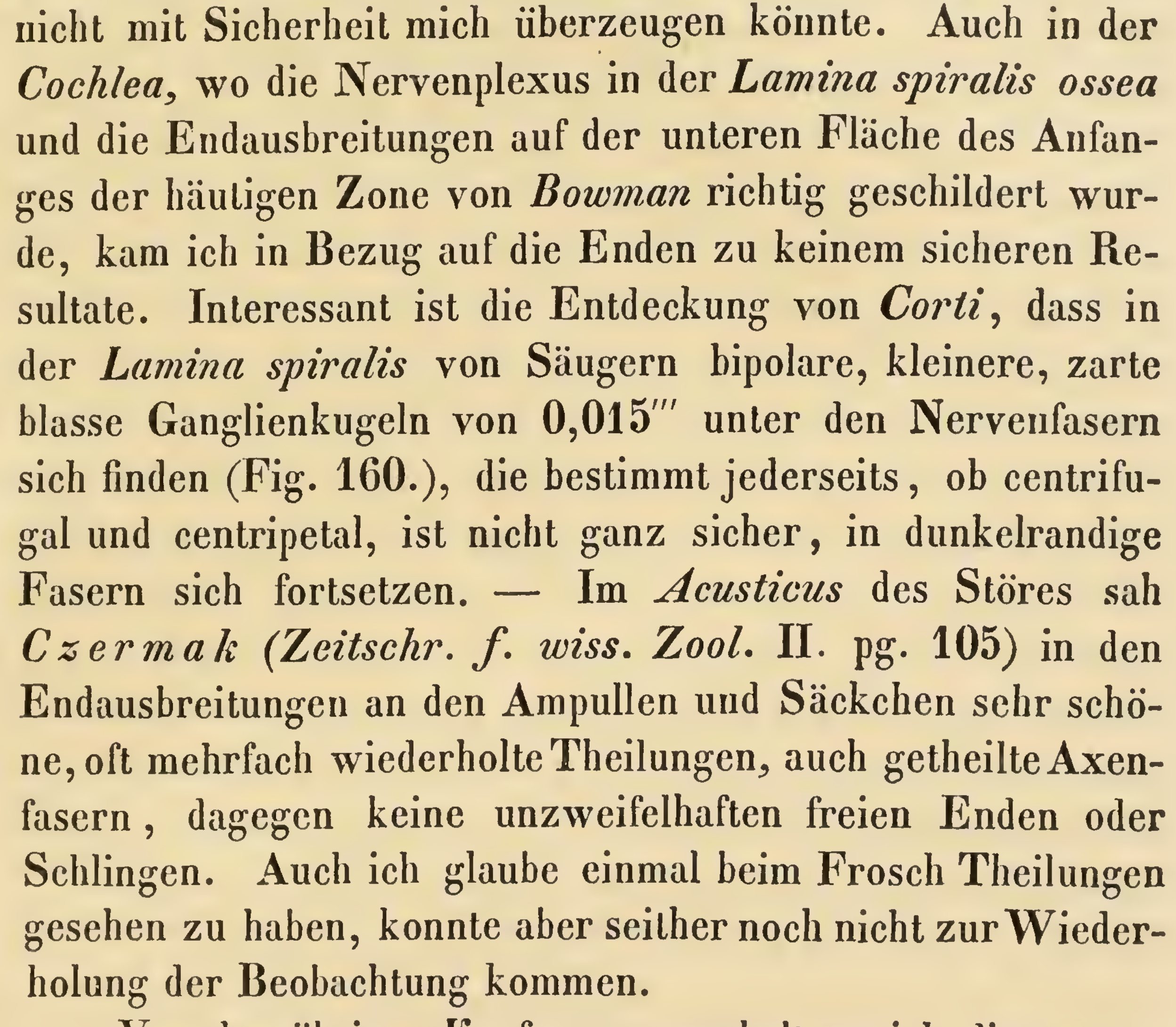


Der *Acusticus* nähert sich in seinem Verlaufe mehr den gewöhnlichen sensiblen Nerven, doch zeigt auch er noch manches Eigenthümliche. Die Fasern des Stammes messen beim Menschen 0,002—

Fig. 159. *A.* Nervenzellen mit Fortsätzen aus der *Retina* des Ochsen, 350 mal vergrössert.

0,005''', sind äusserst leicht zerstörbar und haben nur ein zartes Neurilem. Zwischen denselben finden sich im *N. vestibuli*, wie *Pappenheim* zuerst angab (*Fror. Not.* 1838. No. 141), Ganglienkugeln in ziemlicher Zahl eingestreut, mit kernhaltigen Scheiden und von 0,0015 — 0,03''' Grösse (Fig. 124.), von denen nach *Corti's* Untersuchungen einfache Nervenröhren bestimmt, vielleicht auch je zwei derselben ausgehen. Aehnliche Ganglienkugeln fanden *Pappenheim* und *Corti* auch noch in dem Vorhofe an den Nerven der Ampullen und der Säckchen. Die Endigung der Röhren in diesen Theilen wird gewöhnlich in Gestalt von Schlingen dunkelrandiger Nerven beschrieben, doch gestehe ich, dass ich hiervon, so bestimmt auch die Sache behauptet wird, nicht mit Sicherheit mich überzeugen könnte. Auch in der *Cochlea*, wo die Nervenplexus in der *Lamina spiralis ossea* und die Endausbreitungen auf der unteren Fläche des Anfanges der häutigen Zone von *Bowman* richtig geschildert wurde, kam ich in Bezug auf die Enden zu keinem sicheren Resultate. Interessant ist die Entdeckung von *Corti*, dass in der *Lamina spiralis* von Säugern bipolare, kleinere, zarte blasse Ganglienkugeln von 0,015''' unter den Nervenfasern sich finden (Fig. 160.), die bestimmt jederseits, ob centrifugal und centripetal, ist nicht ganz sicher, in dunkelrandige Fasern sich fortsetzen. — Im *Acusticus* des Störes sah *Czermak* (*Zeitschr. f. wiss. Zool.* II. pg. 105) in den Endausbreitungen an den Ampullen und Säckchen sehr schöne, oft mehrfach wiederholte Theilungen, auch getheilte Axenfasern, dagegen keine unzweifelhaften freien Enden oder Schlingen. Auch ich glaube einmal beim Frosch Theilungen gesehen zu haben, konnte aber seither noch nicht zur Wiederholung der Beobachtung kommen.

Fig. 160.



Von den übrigen Kopfnerven verhalten sich die motorischen, das III., IV., VI., VII. und XII. Paar, sowohl in Bezug auf die Wurzeln als auf den Verlauf und die Ausbreitung ganz wie die motorischen Wurzeln und Muskelzweige der Rückenmarksnerven, mit der einzigen Ausnahme, dass allen diesen Nerven durch Anastomosen mit sensiblen Nerven, etwelche sensible Fasern für die Muskeln zugeführt werden. Berücksichtigung verdient 1) dass nach *Rosenthal* und *Purkinje* im Stamme des *Oculomotorius* des Rindes Ganglienkugeln vorkommen,

Fig. 160. Bipolare Ganglienkugel aus der *Zonula ossea* der *Lamina spiralis* des Schweines, 350 mal vergr. Nach *Corti*.

welche jedoch *Bidder* (pg. 32) nicht finden konnte; 2) dass der *Facialis* im Knie eine Menge grösserer Ganglienkugeln hat, durch welche jedoch nach *Remak* nur ein Theil der Fasern hindurchgeht (*M. Arch.* 1841); 3) dass nach *Volkmann* (bei *Bidder Ganglienkugeln* St. 68.) die kleine, mit einem Ganglion versehene Wurzel des *Hypoglossus* des Kalbes motorische Effecte hervorruft. Welche Bedeutung dieses Vorkommen von Ganglienkugeln in motorischen Nerven hat, ist unausgemacht. Wahrscheinlich entspringen von denselben einfache Fasern mit peripherischer Ausbreitung, gerade wie in den Spinalganglien. Auf jeden Fall zeigt dasselbe, dass Ganglien nicht nothwendig an sensiblen Nerven sitzen müssen. Das V., IX. und X. Paar gleichen insofern den Spinalnerven als sie alle motorische und sensible Elemente führen. Beim *Trigeminus* hat die kleine Wurzel vorwiegend dicke Röhren, die grosse viele feine Fasern. Das Ganglion *Gasseri*, auch die kleinen an demselben ansitzenden Knötchen (*Remak Müll. Arch.* 1841, *Nuhn Unters. z. Anat. etc.* 1849) enthält viele grössere und kleinere Ganglienkugeln von 0,008 — 0,030''' mit kernhaltigen Scheiden und verhält sich, nach dem was ich bei kleinen Säugethieren und beim Menschen sah, wie ein Spinalknoten, d. h. es lässt die Fasern der grossen Wurzel einfach durchtreten und gibt von meist unipolaren Zellen aus vielen mitteldicken Nervenfasern den Ursprung, die an die austretenden Zweige sich anlegen. Auch bipolare Zellen scheinen vorzukommen, jedoch in geringer Zahl, und was etwaige apolare Zellen anlangt, so gilt dasselbe, wie bei den Spinalknoten. Die Endausbreitung des *Trigeminus* ist grösstentheils wie bei den Hautnerven, namentlich lassen sich auch in den Schleimhäuten Theilungen der Nervenröhren und Endschlingen bestimmt nachweisen, so erstere in der *Conjunctiva* (siehe oben §. 11. Fig. 13) am Rande der *Cornea*, im *Lig. ciliare*, in den Zahnkeimen, wo sie *Czermak* zuerst sah (*Verh. d. Würzburger phys. med. Ges.* 1850. pg. 57), in den Zungenpapillen (*Leydig* und *Gegenbaur*, *Ibidem*), letztere in den Papillen der Mundschleimhaut und Zunge, und in der Hornhaut, wo die Enden ganz durchsichtig und blass sind und ohne Theilungen ein weitmaschiges Netz zu bilden scheinen (*Mitth. der Zürch. Nat. Ges. Heft II.*). Was die am *Trigeminus* vorkommenden Ganglien anlangt (*G. ciliare*, *oticum*, *sphenopalatinum*, *linguale*, *supramaxillare*), so finde ich den Bau derselben mehr wie bei den sympathischen Ganglien, nur enthalten dieselben doch ziemlich viele grössere Ganglienkugeln. — Der *Glossopharyngeus* hat, obschon mit motorischen Eigenschaften begabt, doch nach *Volkmann* (*M. Arch.* 1840. St. 488) keine Fasern, die nicht durch das eine oder andere seiner Knötchen hindurchsetzen. An seinen Wur-

zeln, die viele feine Röhren führen, finden sich nach *Bidder* (l. c. pg. 30) bei Säugethieren nicht selten einzelne Ganglienkugeln, oft frei ansitzend, an denen man wie an ähnlichen der Vaguswurzeln, zum Theil leicht den Abgang zweier mitteldicker Fasern sehen soll, wobei jedoch zu bemerken ist, dass nur eine Abbildung *B.'s* die Sache als sicher darstellt, während die andere und die Beschreibung zum Theil noch Zweifel übrig lassen. Die Ganglien des *Glossopharyngeus* verhalten sich wie Spinalknoten, d. h die Wurzelfasern treten einfach durch, und im Knoten entspringen Ganglienfasern von meist unipolaren Zellen; seine Endausbreitung stimmt mit der des *Trigeminus* (*P. major*) überein. Nur das mag erwähnt werden, dass an seiner Ausbreitung in der Paukenhöhle nach *Valentin* (*M. Arch.* 1840 St. 287) und *Pappenheim* (*Gehörorgan* St. 51—70) viele eingestreute oder in kleinen Knötchen enthaltene grössere Ganglienkugeln von 0,02—0,03''' sich finden, deren Bedeutung und Verhalten zu den Fasern noch unermittelt ist; ferner dass nach *Remak* (*Müll. Arch.* 1844 St. 464 und *Med. Centralz.* 1840 St. 7) Ganglienzellen auch an den Aesten zur Zunge, sowohl denen zum Fleisch als zur Schleimhaut sich finden, eine Beobachtung, die jedoch *R.* selbst nicht mehr für ganz sicher zu halten scheint (*Darmnervens. St.* 30. *Anm.*). — Der *Vagus* geht beim Menschen mit allen seinen Wurzeln in das *Gangl. jugulare* ein, während er bei einigen Säugethieren (Hund, Katze, Kaninchen nach *Remak* in *Fror. Not.* 1837 N. 54; beim Hund und Schaf nach *Volkmann*, *Müll. Arch.* 1840 St. 491, nicht aber beim Kalb, wo auch in der scheinbar motorischen Wurzel Ganglienkugeln sich finden) auch ein kleineres, am Ganglion sich nicht betheiligendes Ursprungsbündel hat. Im *Ganglion jugulare* und in der *Intumescentia ganglioformis* habe ich nichts von Spinalknoten abweichendes finden können, nur gingen die Ganglienzellen zum Theil bis zu 0,009''' herab, obschon freilich auch sehr viele grosse bis zu 0,03''' sich zeigten. Die Endausbreitung des Nerven zeigt, wie *Bidder* und *Volkmann* richtig angeben, eine constante Vertheilungsweise der dickeren und der dünneren Fasern, so dass die Aeste zu Speiseröhre, Herz und Magen fast ausschliesslich dünne Fasern führen, während in denen zur Lunge und im *Laryngeus superior* die dünnen zu den dicken Fasern wie 2 : 1 und im *Laryngeus inferior* und den *Rami pharyngei* wie 1 : 6—10 sich verhalten. Auch diese feinen Fasern stammen lange nicht alle aus dem *Sympathicus* selbst, da sie schon in den Wurzeln des *Vagus* in überwiegender Menge sich finden, und auch im *Laryngeus superior* so zahlreich sind. Ausserdem möchten viele derselben nichts als verschmälerte oder von Hause aus feinere in den Ganglien des *Vagus* selbst entsprungene sogenannte Ganglienfasern sein,

die ich ebenfalls nicht zum *Sympathicus* rechnen möchte. Die Endigungen des *Vagus* im *Pharynx*, *Larynx*, Lungen, Herz, Speiseröhre, Magen sind beim Menschen und Säugethieren noch gänzlich unbekannt, nur das wissen wir durch *Remak*, dass dieselben am *Larynx*, im Herz und in der Lunge mit Ganglien versehen sind, die beim *Sympathicus* besprochen werden sollen. — Der *Accessorius Willisii*, obschon vielleicht auch zum Theil sensibel (siehe §. 117.), hat keine Ganglienkugeln und zeigt in seiner Ausbreitung und Endigung, soviel bekannt, nichts Besonderes.

Hier mag noch einiger eigenthümlichen, an Kopfnerven beobachteten Nervenschlingen gedacht werden. Ich meine einmal die sogenannten *Nervi nervorum* oder die Endschlingen innerhalb von Nervenstämmen. *Gerber* (*Allg. Anat.* St. 157. Tab. VII. Fig. 162.) hat dieselben zuerst erwähnt, jedoch ohne Angabe der Localität, und neulich beschreibt *Valentin* (*Phys.* 2te Aufl. II. 597. Tab. II. Fig. 6.) dieselben aus dem *Vagus* (Brusttheil) der Maus und Spitzmaus, ohne über ihre Bedeutung etwas aussagen zu wollen. Noch räthselhafter sind Nervenfädchen, die aus dem Gehirn herauskommen und wieder in dasselbe zurückgehen. *Bennet* (*Mediz. Correspondenzblatt des Würtemb. Vereins.* X. Nr. 40.) beschreibt ein solches, das aus dem *Crus cerebelli* entsprang und wieder in dasselbe umbog und ähnliche solche freie Schlingen bemerkte auch *Bochdalek* (l. c. pg. 122), die von einem Hirnnerven aus in die *Pia* traten und wieder zu demselben oder einem benachbarten Nerven umbogen. Solche Schlingen sind wahrscheinlich keine Endigungen, sondern nur Umbiegungen von Fasern, die an einem anderen Orte wieder peripherisch werden.

§. 124.

Ganglienerven. Mit diesem Namen bezeichnet man wohl am passendsten den sogenannten Sympathicus, das sympathische oder vegetative Nervensystem, da derselbe keine physiologische Hypothese voraussetzt, sondern einfach die Thatsache ausdrückt, die anatomisch am meisten in die Augen springt. Die Ganglienerven sind weder ein ganz für sich bestehender Theil des Nervensystems (*Reil, Bichat*), noch ein blosser Abschnitt der Cerebrospinalnerven, sondern es stehen dieselben einerseits durch sehr viele in ihren Ganglien entspringende feine Nervenfasern, Ganglienfasern des Sympathicus, ganz selbständig für sich da, während sie auf der anderen Seite durch Aufnahme einer geringeren Zahl von Fasern der andern Nerven auch mit dem Mark und dem Gehirn verbunden sind. Vergleichen wir die Ganglienerven und die Cerebrospinalnerven, so finden wir, dass die ersteren, indem sie aus einer zwei-

fachen Quelle sich zusammensetzen, in einer gewissen Beziehung allerdings den Nerven der letzteren gleichen, die ebenfalls aus Ganglienfasern des Spinalknotens und aus solchen, die aus dem Marke hervorkommen, sich bilden, dass sie jedoch namentlich darin abweichen, dass sie eine viel grössere Zahl von Ganglien und Ganglienfasern besitzen und mithin das selbständige Element in ihnen prädominirt. Die Verschiedenheit beider Abschnitte würde auch dann noch in die Augen springen, wenn man den ganzen *Sympathicus* in viele einzelne Abschnitte zerlegen und jeden derselben entsprechend den *Rami communicantes* einem Rückenmarksnerven beigeben wollte. Auch in diesem Falle würde sich ergeben, dass diese Eingeweideäste der Nerven, wie man sie nennen könnte, so innig untereinander zusammenhängen, wie man das sonst bei keinen anderen Aesten derselben, auch nicht in den ausgedehntesten *Plexus*, findet, und dass sie weit vorwiegend selbständige Elemente führen. Wenn es mithin auch vom anatomischen Standpuncte aus gerechtfertigt erscheinen kann, die Gangliennerven für sich zu betrachten, so ist es doch nicht erlaubt, dieselben für etwas ganz besonderes zu halten, indem eben im Grunde jeder Spinalnerv dieselben Hauptelemente darbietet und ausserdem die vergleichende Anatomie die Hervorbildung derselben aus den Spinalnerven und die Physiologie den Mangel eigenthümlicher Functionen lehrt.

Die Verbreitung und der Verlauf der Gangliennerven stimmen, so viel wir wissen, in den meisten Beziehungen mit demjenigen gewisser Theile der Spinalnerven überein und ebenso zeigen auch die in ihren Bau eingehenden Elemente durchaus keine wesentliche Verschiedenheit von den sonst vorkommenden Gebilden.

Will man den Bau der Gangliennerven beim Menschen und bei den Säugethieren genau auffassen, so muss man von dem Grenzstrange, dem Gangliennerven oder dem *Nervus sympathicus* ausgehen, der aus vielen Ganglien und einfachen oder doppelten, sie verbindenden Fäden, dem Stamme des Gangliennerven besteht. Der letztere ergibt sich beim Menschen als ein weisslicher oder weisser Nerv mit Neurilem und dunkelrandigen Nervenröhren, die meist eine einzige compacte Masse, selten daneben noch kleinere untergeordnete Abtheilungen bilden. Seine Nervenröhren verlaufen in der Regel einander parallel, ohne jemals sich zu theilen oder zu anastomosiren und zeigen in Bezug auf ihren Durchmesser ganz bestimmte Verhältnisse, indem die einen 0,0025 — 0,006‴ selbst mehr, die anderen nur 0,0012 — 0,0025‴ messen. Diese feineren und dickeren Fasern verlaufen zum Theil mit einander vermengt, zum Theil mehr bündelweise neben einander, letzteres namentlich in der Nähe der Ganglien des Grenzstranges und in diesen selbst. Der Bau der Ganglien ist im Allgemeinen der der Spinalganglien. Ein jedes derselben besteht 1) aus durchtretenden

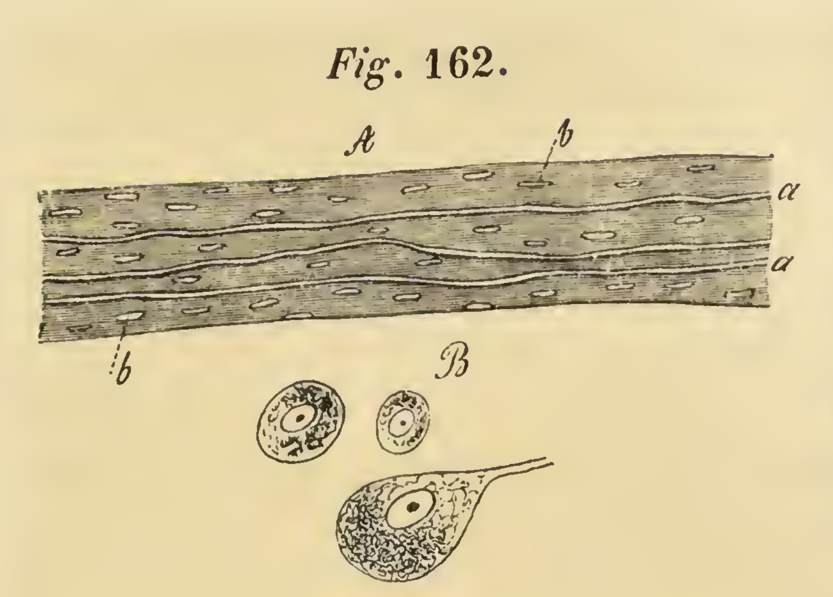
Nervenfasern, die von einem Theil des Stammes in den anderen gehen, 2) aus einer gewissen Zahl feiner, im Ganglion entspringender Röhren und 3) aus vielen Ganglienzellen; ausserdem senken sich in die Ganglien noch die *Rami communicantes* ein und tritt eine gewisse Zahl von Aesten peripherisch aus denselben heraus. Die Ganglienzellen im *Sympathicus* (Fig. 162 *B.*) verhalten sich im Wesentlichen genau so wie in den Spinalganglien, nur sind sie durchschnittlich kleiner von 0,006 — 0,018‴, 0,008 — 0,01‴ im Mittel, weniger und blasser pigmentirt oder selbst farblos und gewöhnlich ziemlich gleichmässig rund. Man hat behauptet, dass diese kleineren Zellen von den grösseren, in den Spinalganglien z. B., verschieden seien und auch nur mit feinen Nervenröhren in Verbindung stehen (*Robin*), allein dies ist, wie sich schon zum Theil aus den Beobachtungen von *Wagner* u. *Stannius* ergibt, nicht richtig. In der That findet man 1) in den Ganglien der Kopf- und Spinalnerven der Säugethiere und des Menschen alle Uebergänge zwischen grösseren und kleineren Kugeln und trifft auch in sympathischen Knoten hie und da, obschon selten, grössere Zellen bis zu 0,03‴; 2) überzeugt man sich auch, dass der Durchmesser der in den erstgenannten Ganglien entspringenden Nervenfasern sich durchaus nicht nach dem der Zellen richtet, indem alle Ganglienfasern derselben so ziemlich dieselbe Breite besitzen, was auch bei den bipolaren Zellen der Fische sich bestätigt, bei denen oft die eine abgehende Faser bedeutend, bei *Petromyzon* nach *Stannius* selbst 6 mal dicker als die andere ist. Wollte man etwa gar die kleinen Zellen als nur dem *Sympathicus* eigenthümlich ansehen, so müsste ich, wie schon früher bei den Nervenfasern, bemerken, dass abgesehen von den Ganglien der Wurzeln der Kopf- und Marknerven, kleine Nervenzellen auch an Orten vorkommen,

Fig. 161.



Fig. 161. Sechstes *Ganglion thoracicum* der linken Seite aus dem *Sympathicus* des Kaninchens, von der hintern Seite, mit Natron, 40 mal vergr. *Tr.* Stamm des *N. sympathicus. R. c. R. c. Rami communicantes*, beide in zwei Aeste sich spaltend. *Spl. Splanchnicus S.* Aestchen des Ganglion mit zwei stärkeren Fasern und feineren Fasern, wahrscheinlich zu Gefässen abgehend. *G.* Ganglienkugeln und Ganglienfasern an den Stamm des Grenzstranges sich anschliessend.

Fig. 162.



wo an den *Sympathicus* nicht zu denken ist, wie im Mark und Hirn und, wenn man Beispiele von peripherischen Nerven wünscht, in der *Retina* und in der Schnecke. Immerhin ist so viel sicher, dass die Knoten der Gangliennerven constant kleinere Ganglienzellen haben und dass die von diesen entspringenden Röhren nur feine sind.

Den Ursprung der Nervenfasern des Grenzstranges anlangend, so ist es vor Allem augenscheinlich, dass dieselben, einem guten Theile nach, aus den *Rami communicantes* stammen, die unmittelbar unterhalb der *Ganglia spinalia* aus den Stämmen der Rückenmarksnerven hervorgehen und, mögen sie nun einfach oder mehrfach sein, nachweisbar mit beiden Wurzeln sich verbinden. Die wichtige Frage ist nun die, zu wissen, ob die Fasern dieser Verbindungsäste in den Spinalnerven peripherisch oder central verlaufen, mit andern Worten, ob dieselben aus den Spinalnerven abstammende Wurzeln des *Sympathicus* oder zu denselben sich begebende Aeste dieses Nerven sind. Bekanntlich haben *Bidder* und *Volkmann* beim Frosch nachgewiesen, dass die *Rami communicantes* in der Mehrzahl ihrer Fasern mit den Rückenmarksnerven peripherisch sich ausbreiten, und nur einem kleineren Theile zufolge, der noch dazu von den Spinalganglien abgeleitet wird, als Wurzeln des *Sympathicus* anzusehen sind, und wir werden daher auch beim Menschen und bei den Säugethieren die Möglichkeit ähnlicher Verhältnisse vor den Augen haben müssen. Da beim Menschen eine mikroskopische Untersuchung, die allein den Ausschlag geben kann, sich nur schwer anstellen lässt, so ging ich vor Allem an kleinere Geschöpfe, und da zeigte sich mir bei Kaninchen mit Bestimmtheit, dass die *Rami communicantes* in der grossen Mehrzahl vorwiegend central verlaufen. Ob hiermit *Bidder* und *Volkmann's* Angabe (l. c. pg. 49), dass dieselben bei Hunden, Katzen, Ratten und Maulwürfen auch peripherisch verlaufen, im Widerspruche steht oder nicht, lässt sich bei der Unbestimmtheit derselben nicht entscheiden, auf jeden Fall hielt ich es aber für unumgänglich nöthig, auch die menschlichen Verhältnisse zu berücksichtigen. Was ich hier gefunden, ist folgendes. Die *Rami communicantes* sind bei den meisten Ganglien weiss und stimmen dann in ihren Elementen, Neurilem und Nervenröhren, ganz mit den Nervenwurzeln überein, so jedoch, dass das Verhältniss der feinen zu den dicken Fasern meist dasselbe ist, wie in den hinteren Wurzeln. Untersucht man an solchen Verbindungsästen den Faserverlauf an ihrer Abgangsstelle vom Spinalnerven nach der Application von Essigsäure oder Natron, wel-

Fig. 162. Aus dem *Sympathicus* des Menschen 350 mal vergr. *A*. Ein Stückchen eines grauen Nerven mit Essigsäure; *a*. feine Nervenröhre, *b*. Kerne der *Remak*'schen Fasern. *B*. Drei Ganglienkugeln, eine mit einem blassen Fortsatz.

che die Fasern mehr hervortreten machen, mit der Loupe oder auf Schnitten in Chromsäure erhärteter Präparate mikroskopisch, so überzeugt man sich in vielen Fällen mit Bestimmtheit, in anderen mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die überwiegende Mehrzahl ihrer Fasern central verläuft, doch ist allerdings auch nicht zu läugnen, dass hie und da bei kleineren Abtheilungen dieser Nachweis nicht gelingt, ja dass selbst einzelne derselben in der Richtung nach der Peripherie sich einsenken. Neben diesen weissen Verbindungsästen gibt es nun noch hie und da, besonders beim *G. cervicale infimum*, den *GG. thoracica I. II.*, und *lumbalia*, aber auch, obschon weniger häufig, an anderen Theilen des Grenzstranges weissgraue oder selbst graue Verbindungsfäden, die, ihres bedeutenden, ja fast alleinigen Gehaltes an feinsten Nervenröhren und an *Remak*'schen Fasern zufolge, nichts anderes als vom *Sympathicus* zu den Spinalnerven gehende Theile zu sein scheinen. Dem ist nun auch, wie ich gesehen zu haben glaube, in gewissen Fällen wirklich so, in anderen findet man jedoch an diesen Fäden oft dicht am Spinalknoten ein selbst bis auf 2''' grosses Knötchen, das bei mikroskopischer Untersuchung als sympathisches und als Ursprungsstelle der feinen Fasern des mit ihm verbundenen *R. comm.* sich ergibt. Berücksichtigt man alle diese Verhältnisse, so kommt man zum Endresultat, dass die *Rami comm.* sehr verschiedener Natur sein können, dass sie aber doch weit vorwiegend als Wurzeln des *Sympathicus* von den Spinalnerven aus zu betrachten sind, viel seltener und fast nur mit untergeordneten Bündeln als Aeste des Ganglienstranges zu den anderen Nerven oder, wenn sie mit einem Knötchen beginnen, schon als Theile des *Sympathicus* selbst. — Was die Frage anlangt, woher die Fasern abstammen, die aus den Rückenmarksnerven in den Grenzstrang übergehen, so lässt sich auch bei kleinen Säugethieren nicht durch directe Beobachtung entscheiden, ob dieselben alle aus dem Rückenmark oder zum Theil auch aus den Spinalganglien kommen. So viel ist sicher, dass der von der motorischen Wurzel abstammende Theil der *Rami comm.* vom Marke (resp. Gehirn) selbst seinen Ursprung nimmt, was jedoch den anderen von der sensiblen Wurzel abgehenden betrifft, so könnte derselbe theilweise oder ganz aus im Ganglion entsprungenen Fasern sich bilden. Das letztere erscheint mir aus zwei Ursachen sehr unwahrscheinlich, 1) weil dann das Zustandekommen bewusster Empfindungen von den vom *Sympathicus* versorgten Theilen her kaum zu begreifen wäre und 2) weil die in den Spinalganglien entspringenden Fasern mitteldicke sind, in den *Rami comm.* dagegen im Ganzen nur wenige solche Fasern vorkommen, die ohnedem auf Rechnung der motorischen Wurzel zu setzen sind.

Ich habe, wie man sieht, die in den *Rami comm.* central verlaufenden Fasern als Wurzeln des *Sympathicus* genommen, muss nun aber doch noch sagen, warum dieselben nicht im *Sympathicus* entspringende und etwa im Marke oder sonstwo central endende Fasern sind. Der Grund ist bei den mitteldicken und dicken Röhren der *Rami comm.* einfach der, dass nirgends im *Sympathicus* solche Röhren entspringen, und bei den feineren, dass bei Säugethieren deren Verlauf von den *R. comm.* aus durch den Grenzstrang in die peripherischen Verzweigungen des *Sympathicus* und bei kleinen Säugern selbst durch die peripherischen Ganglien (*G. solare* z. B.) hin-

durch direct sich beobachten lässt. Uebrigens scheinen diese feinen Fasern, die meiner Meinung nach von den sensiblen Wurzeln und dem Marke abstammen, wie eine genaue Beobachtung beim Menschen ergibt, mit den feinen Fasern, die im *Sympathicus* selbst entspringen, nicht immer vollkommen identisch zu sein und namentlich durch dunklere Contouren und etwas grössere Durchmesser (0,002 — 0,003‴) abzuweichen. — Allem Bemerkten zufolge stellt sich eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung des *Sympathicus* der Amphibien und der Säugethiere und des Menschen heraus, wie dies schon von *Bidder* und *Volkmann* angedeutet wurde, in der Art, dass während der *Sympathicus* der ersteren, fast keine Fasern aus dem Marke bezieht, bei den letzteren die Rückenmarksnerven eine nicht unbedeutende Quelle der Fasern desselben abgeben. Dies kann kaum befremden, wenn man bedenkt, dass bei höheren Geschöpfen die Verrichtungen der Eingeweide viel inniger an die grossen Centralorgane geknüpft sind, bei Amphibien dagegen allem Anscheine nach (*Bidder's* Versuche) äusserst wenig.

In den Grenzstrang des *Sympathicus* eingetreten verlaufen die *Rami communicantes*, insofern sie aus den Spinalnerven abstammen, fast ohne Ausnahme in zwei oder mehrere Aeste gespalten, in demselben auf- und abwärts nach dem Kopf- und Beckenende desselben, an die Längsfasern des Stammes sich anschliessend. Bei Kaninchen kann man die Fasern eines bestimmten *R. communicans* sehr häufig noch bis zum nächsten Ganglion und weiter in einzelne peripherische Aeste verfolgen, doch entzieht sich im Allgemeinen der Verlauf der einzelnen Bündel sehr bald dem Auge. Nichts destoweniger lässt sich mit grosser Bestimmtheit behaupten, dass dieselben nach und nach Alle in die peripherischen Aeste des Grenzstranges abgehen, denn einmal führen alle Aeste des Grenzstranges oft in sehr beträchtlicher Menge von denselben Fasern, die die *R. comm.* enthalten, und zweitens sieht man nirgends ein Ende oder einen Ursprung derselben in dem Grenzstrange selbst, was eben der Hauptgrund ist, warum die *Rami communicantes* nicht als Aeste des *Sympathicus*, sondern nur als Wurzeln desselben betrachtet werden können.

Ausser den erwähnten feinen und dickeren Fasern enthält der Grenzstrang des *Sympathicus* noch sehr viele andere, zwar dunkelrandige, aber blasse, feinste Röhren von 0,0012 — 0,002‴, von denen ich unverhohlen behaupte, dass sie in ihm entspringen, und nicht etwa nur Fortsetzungen der Fasern der *Rami comm.* sind, wie dies in der neuesten Zeit seit der Auffindung der bipolaren Ganglienkugeln bei Fischen behauptet worden ist. Es ist recht gut für die Nervenphysiologie, dass die Zellen mit Einem Faserursprung früher aufgefunden wurden als die mit zweien, sonst hätte der *Sympathicus* trotz der schönen Untersuchungen von *Bidder* und *Volkmann* noch lange auf die wirkliche Bestätigung seiner, wenn auch nur theilweisen Selbständigkeit von Seiten der Mikroskopie warten können, indem dann kaum Jemanden der Einfall gekommen wäre, die unipolaren Kugeln für natürliche Gebilde zu halten. So aber steht die Sache anders, besonders da es noch Forscher gibt, die nicht einsehen, warum, weil etwas bei Fischen so oder so ist, es beim Menschen und den Säugethieren nicht anders sein könne. Uebrigens sind ja auch in den sym-

pathischen Ganglien der Knochenfische den Beobachtungen von *Stannius* zu Folge (siehe oben) die Verhältnisse weit entfernt den Vermuthungen von *Wagner*, *Bidder* und *Robin* zu entsprechen und dasselbe gilt nach *Volkmann* für die Frösche und wie ich gezeigt habe, auch für die Säugethiere. Bei diesen ist es in der That bei Untersuchung ganzer sympathischer Ganglien unter vorsichtiger Benutzung des diluirten Natrons und der Compression äusserst leicht zu zeigen, dass die grosse Mehrzahl der Fasern der *Rami comm.* mit den Ganglienkugeln nicht in der geringsten Verbindung steht, dass vielmehr dieselben durch die Knoten nur hindurchsetzen und schliesslich in die peripherischen Aeste abgehen. Da nun ausser diesen Fasern im Grenzstrange noch viele feinste Fasern vorkommen, die sich durchaus nicht auf die der *R. comm.* zurückführen lassen, so ist klar, dass dieselben ganz neu auftretende Gebilde sein müssen. Dieser Schluss erscheint noch gerechtfertigter, wenn man hinzusetzt, dass es, wie ich zuerst und viele nach mir gezeigt haben, gar nicht so schwer hält, in den sympathischen Ganglien der Säuger und Amphibien einfache Faserursprünge nachzuweisen, und wenn man weiss, dass in den Ganglien immer ein bedeutender Theil feiner Fasern als sogenannte umspinnende, d. h. in verschiedenen Krümmungen durch die Zellenmassen sich hindurchwindende, erscheint. Nach dem, was ich bei den Säugethieren und beim Menschen gesehen, stimmen die sympathischen Ganglien mit denen der Rückenmarksnerven insofern überein, als sie fast keine bipolaren Zellen enthalten, weichen jedoch darin ab, dass in ihnen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge sich finden und die entspringenden Ganglienfasern ohne Ausnahme von den feinsten sind, welche in peripherischen Nerven vorkommen, und wahrscheinlich in den meisten Fällen in verschiedenen Richtungen aus den Ganglien heraustreten. — An ein topographisches Verfolgen der verschiedenen Fasern im Grenzstrange mit Bezug auf den Ursprung derselben von bestimmten *Rami communicantes*, und Ganglien und ihren Abgang in bestimmte peripherische Zweige ist, wenn mehr als das schon Mitgetheilte gefordert wird, vorläufig noch gar nicht zu denken und bleibt diese Aufgabe der Zukunft vorbehalten.

Es ist hier der Ort, noch etwas über die feinen Fasern der Ganglienerven zu bemerken. Man weiss schon seit längerer Zeit, dass der *Sympathicus* vorwiegend dünnere Nervenfasern führt als die Cerebrospinalnerven, allein erst im Jahre 1842 haben *Bidder* und *Volkmann* zu zeigen sich bemüht, dass dieselben nicht blos dünner, sondern auch sonst anatomisch verschieden seien, weshalb sie dieselben gegenüber den dicken Röhren der Cerebrospinalnerven sympathische Nervenfasern nannten. Im Gegensatze hierzu versuchten *Valentin* (*Repert.* 1843 St. 103) und ich (*Symp.* St. 10 u. flgde.) darzuthun, dass die feinen Fasern im *Sympathicus* keine besondere Faserclasse ausmachen, was uns auch, wie ich glaube, so ziemlich gelungen ist. Die Hauptgründe sind die: 1) Feine und dicke Nervenröhren sind an und für sich, den Durchmesser abgerechnet, in keinem wesentlichen Puncte verschieden und zeigen die zahlreichsten Uebergänge. 2) Ausser im *Sympathicus* kommen feine Nervenröhren mit wesentlich denselben Characteren, wie die sogenannten sympathischen, auch noch an vielen andern Orten vor. So beim Menschen und den Säugethie-

ren in den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und in denen der sensitiven Kopfnerven, wo, wie ich schon oben zeigte, an eine Abstammung der Fasern vom *Sympathicus* auch nicht von Ferne zu denken ist und wir eben nur feine Cerebrospinalfasern vor uns haben; ähnliche Röhren enthält das Mark und Gehirn zu Tausenden und ebenso die zwei höheren Sinnesnerven. 3) Alle dicken Nervenfasern verschmälern sich bei ihrer Endausbreitung durch Theilung oder directe Abnahme so, dass sie schliesslich den Durchmesser und die Natur der feinen und feinsten Röhren annehmen. 4) Alle dicken Nervenröhren sind während ihrer Entwicklung einmal genau so beschaffen, wie die sogenannten sympathischen Fasern. — Aus diesen Thatsachen ergibt sich wohl mit Sicherheit, dass es unmöglich ist, die dünnen Röhren des *Sympathicus* für etwas nur ihm eigenthümliches, ganz besonderes zu halten und dass es überhaupt nicht angeht, vom anatomischen Standpuncte aus die Fasern nach ihren Durchmessern einzutheilen, da ja sehr viele Fasern während ihres Verlaufes alle möglichen Dicken annehmen. Immerhin wird man die grosse Zahl sehr dünner blasser Röhren im *Sympathicus* auch von Seiten der Anatomie hervorheben können, wie man dies ja auch bei den höheren Sinnesnerven und der grauen Substanz thut, und was das Physiologische betrifft, so bin ich zwar nicht der Meinung, dass die Feinheit der Röhren im *Sympathicus* etwas ganz Besonderes, anderwärts nicht Vorkommendes bedeutet, wohl aber dass dieselbe hier und wo sie sonst noch getroffen wird, allerdings mit einer bestimmten Art der Verrichtung zusammenhängt. Ich sprach oben die Vermuthung aus, dass das Feinerwerden der Röhren in der grauen Substanz die Querleitung begünstige; etwas der Art könnte auch in den Ganglien statt haben, oder die feinen Fasern vielleicht mit geringerer Intensität wirken, wie *Wagner* andeutungsweise aussprach, Verhältnisse, über welche fernere Untersuchungen nähern Aufschluss geben werden.

Aus dem Grenzstrange des *Sympathicus* entspringen die zur Peripherie sich begebenden Zweige, die ohne Ausnahme feinere und dicke Röhren aus demselben aufnehmen, aber ausserdem, wenigstens zum Theil, noch besondere Elemente führen, denen sie ihr verschiedenes Aussehen verdanken. Die einen derselben nämlich sind weiss, wie der Stamm an den meisten Orten, so die *N. splanchnici*, andere grauweiss wie die *Nervi intestinales*, die Nerven des nicht schwangeren Uterus (*Remak Darmnervensystem* St. 30), noch andere grau und zugleich minder derb anzufühlen, wie der *N. caroticus internus*, die *N. carotici externi s. molles*, die *NN. cardiaci*, die Gefässäste überhaupt, die die grossen Ganglien und *Plexus* der Unterleibshöhle verbindenden Zweige, die in die Drüsen eingehenden Aeste, die Beckengeflechte. Das besondere Verhalten der letzteren Nerven beruht zum Theil auf der blasseren Farbe der feinen Fasern des *Sympathicus* selbst, grösstentheils jedoch auf der Anwesenheit der nach ihrem Entdecker sogenannten *Remak*'schen Fasern (gelatinöse Fasern *Henle*), von denen immer noch nicht ganz ausgemacht ist, ob sie zu den Nervenröhren oder zum Neurilem zählen. Die Eigenthümlichkeiten derselben liegen in der platten Gestalt, dem geraden Verlauf, der Blässe und dem Vorkommen von Kernen. Ihr Durchmesser beträgt 0,0015 — 0,0025''' Breite, 0,0006''' Dicke, und ist meist auf längere Strecken ganz derselbe, ihre Substanz ist seltener undeutlich strei-

fig, meist homogen oder fein granulirt und verhält sich gegen verdünnte organische Säuren gerade wie Bindegewebe; die Kerne endlich, die ihrer Blässe wegen im natürlichen Zustande schwer zu erkennen sind, und durch Essigsäure vollkommen deutlich werden, sind meist länglich oder spindelförmig 0,003 — 0,007‴ lang, 0,002 — 0,003‴ breit, seltener rund von 0,0025 — 0,0035‴ Durchmesser. Diese Fasern nun finden sich in fast allen grauen Theilen der Gangliennerven (ich vermisse dieselben in vielen Theilen der Beckengeflechte des Menschen, wo an ihrer Stelle ein kernloses reichliches Bindegewebe sich zeigt, doch sollen sie nach *Remak* in den Nerven des schwangeren Uterus reichlich sein (*Darmnervens.* St. 30.)) in sehr grosser Menge, so dass sie die dunkelrandigen ächten Nervenröhren um das 3—10fache und noch mehr an Zahl übertreffen. Meist bilden sie die eigentliche Grundlage dieser Stränge und mitten durch sie ziehen dann, bald mehr isolirt, bald in grösseren oder kleineren Bündeln beisammen, die dunkelrandigen Röhren, seltener und nur in der Nähe und in den Ganglien selbst erscheinen sie als Hülle einzelner der feinsten Röhren. — Was nun die Bedeutung dieser blassen, kernhaltigen Fasern anlangt, so neigen sich in der neuesten Zeit die meisten Forscher zu der zuerst von *Valentin* (*Repert.* 1838. S. 72. *Müll. Arch.* 1839. S. 107.) vertheidigten Ansicht, dass dieselben keine Nervenröhren seien sondern zum Bindegewebe der Nerven zählen, während *Remak* immer noch an seiner früheren Ansicht, dass dieselben wenigstens zum Theil Nervenfasern seien oder sein können, festhalten zu müssen glaubt (*Darmnervensystem* St. 30). Was mich betrifft, so erkenne ich zwar vollkommen den Werth der von diesem Forscher vorgebrachten Gründe an, die sich vorzüglich auf die Aehnlichkeit der fraglichen Fasern und der embryonalen blassen Nervenfasern, sowie darauf stützen, dass auch beim Erwachsenen im *Olfactorius* kernhaltige Nervenfasern vorkommen, muss jedoch nichtsdestoweniger immer noch wie früher vollkommen an *Valentin* mich anschliessen, wie es auch *Bidder* und *Volkmann* und viele andere gethan. Meine Gründe sind vorzüglich folgende: 1) Die *Remak*'schen Fasern gehen, wie sehr leicht nachzuweisen ist, von den Scheiden der Ganglienkugeln der sympathischen Ganglien aus und setzen sich, die von diesen entspringenden Nervenröhren umhüllend, in die Nervenstämme fort. Da nun diese Scheiden sicherlich eine Art Bindegewebe sind, wie auch die Spinalganglien lehren, wo dieselben in ganz ähnlicher Weise nur spärlicher und, ohne in die Nerven überzugehen, sich finden, so können auch die *Remak*'schen Fasern kaum etwas anderes sein. 2) Den *Remak*'schen Fasern ganz ähnliche kernhaltige Fasern zeigen auch die feinsten Zweige der Spinalnerven, z. B. die an die Haut tretenden u. s. w., bei denen, da sie in den Stämmen fehlen, auch nicht von ferne an Nervenfasern zu denken ist. 3) Die Menge der *Remak*'schen Fasern nimmt gegen die feinsten Ausbreitungen immer ab, was nicht der Fall sein könnte, wenn sie Nerven wären. Es ist zwar nicht ganz richtig wenn *Valentin* angibt, dass sie in den feineren Intestinalnerven nicht mehr vorkommen, denn hier sind dieselben allerdings noch vorhanden, aber viel spärlicher als in den Stämmen und erst bei Compression zum Vorschein zu bringen. Auch an den Herznerven der Säuger sind sie nach *Remak* (*Müll. Arch.* 1844. St. 464.) noch vorhanden, jedoch so

viel ich sehe, nur in der Nähe der Ganglien. — Gestützt auf dieses bin ich immer noch der bestimmten Ansicht, dass die kernhaltigen Fasern im *Sympathicus* erwachsener Säuger eine Form des Neurilems sind, will jedoch auch nicht unterlassen zu bemerken, dass ich es für ganz unmöglich halte, in unentwickelten Nerven zu unterscheiden, was Neurilem, was junge Nervenfasern sind. So trifft man bei 2—6 Monate alten Kaninchen in *N. caroticus internus* nicht Eine entwickelte Nervenfaser und scheinbar nichts als *Remak*'sche Fasern, obschon ganz sicher neben solchen auch die Anlagen der späteren zahlreichen dunkelrandigen Röhren da sind. So zeigen die Milznerven des Kalbes noch in den Enden viele *Remak*'sche Fasern (siehe *Cyclopaed. of Anat.* III. pg. 795. Figg. 539 u. 540), welche vielleicht später zu Nervenröhren werden. Bei jungen Thieren muss man mithin nicht einen Entscheid zu geben versuchen. Bei alten Geschöpfen ist es dagegen anders. Hier kann eine kernhaltige Faser nur dann für eine Nervenfaser gehalten werden, wenn sie in eine dunkelrandige Röhre sich verfolgen lässt und diess ist, wie wir sahen, bei denen des *Sympathicus* nicht der Fall. — Noch mag bemerkt werden, dass auch in den Ganglien des Grenzstranges *Remak*'sche Fasern sich finden, die jedoch meist nicht weit über dieselben hinaus sich erstrecken, so dass der Stamm gewöhnlich nicht viele derselben enthält.

Die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* ist vor Allem durch die grosse Zahl der an demselben noch vorkommenden Ganglien ausgezeichnet. Dieselben sitzen bekanntlich grösser oder kleiner, selbst mikroskopisch, an den Stämmen oder Endigungen und zwar die mikroskopischen, so viel man bisher weiss, an den *Nervi carotici*, im *Plexus pharyngeus* (*Remak*, *Müll. Arch.* 1844), im Herzen, an der Lungenwurzel und in den Lungen (*Remak Med. Zeit.* 1840, *Müll. Arch.* 1844. St. 464. Tab. XII. *Schiff Gries. Arch.* 1846. St. 794), an den Nebennieren (*Pappenheim*, *Müll. Arch.* 1840. St. 534), in den Lymphdrüsen (*Schaffner Zeitschr. f. rat. Med.* VII. St. 177), in den Nieren des Menschen hie und da (*Valentin*, *Rep.* 1840. St. 89), an der hinteren Wand der Harnblase (*Remak*, *Med. Zeit.* 1840. Nr. 16), in der Muskelsubstanz des *Collum uteri* des Schweines (*Remak Darmnervensyst.* St. 30. Anm.), an den *Plexus cavernosi* (*J. Müller*), und sollen in Bezug auf ihre Ausbreitung bei den Eingeweiden näher besprochen werden. Hier will ich im Allgemeinen von ihnen bemerken, dass sie in Bezug auf die Grösse und Gestalt der Ganglienzellen und auf den Ursprung feiner Fasern ganz wie die Grenzstrangganglien sich verhalten. In Bezug auf den letzten Punct mag namentlich hervorgehoben werden, dass an Einem Orte das Entspringen von Nervenfasern von unipolaren Zellen und die Seltenheit der doppelten Faserursprünge besonders schön zu beobachten ist, nämlich in der Scheidewand des Froschherzens (Fig. 163), wo selbst *R. Wagner* sich genöthigt sah, ihr Vorkom-

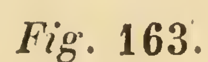
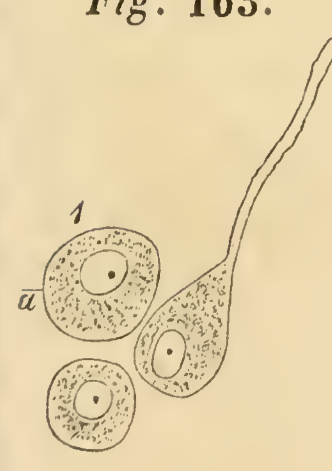



Fig. 163. Ganglienkugeln aus den Herzganglien des Frosches 350 mal vergr. eine mit einer entspringenden Nervenröhre.

men zuzugeben. Mithin sind auch diese Ganglien Quellen von Nervenfasern und die austretenden Aeste immer reicher an solchen als die Wurzeln, vorausgesetzt dass die Fasern nur nach einer Richtung austreten, was auch durch eine Beobachtung *Engel's* über ein gestieltes Ganglion ohne Wurzel mit 14 Zellen und 7 austretenden feinen Nervenfasern im *Perichondrio* der *Trachea* (*Zeitschr. d. Wien. Aerzte* IV. 1 St. 307), wenn man dieses Knötchen zum *Sympathicus* ziehen will, und durch eine Erfahrung *Bidder's* (in *Volkmann's Art. Nervenphysiologie* St. 497) über die Ganglien des Froschherzens, deren austretende Aeste bei directer Zählung mehr Fasern ergaben als die eintretenden, bestätigt wird. — Auch davon überzeugt man sich hier aufs leichteste, dass viele Zellen apolar ohne Ursprünge sind (Fig. 163), am besten wiederum an den Herzganglien (vergl. *R. Wagner Handw.* III. St. 461 und *Ludwig Müll. Arch.* 1848. St. 139. Tab. V.) und an kleinen Ganglien an der Wand der Harnblase von Bombinator, bei denen, wie auch bei ähnlichen Ganglien des Frosches (*Marcusen* und *Valentin*) die Verhältnisse möglichst klar vor Augen liegen.

Wie die aus diesen verschiedenen Localitäten der *Rami communicantes*, der Grenzstrangknoten und der peripherischen Ganglien entspringenden Nervenröhren in ihrer Endausbreitung sich verhalten, ist annoch sehr zweifelhaft. Manche peripherische Aeste anastomosiren mit anderen Nerven und entziehen sich so jeglicher weiteren Nachforschung, so die *Nervi carotici externi* und *internus*, von denen ich den letztern, der fast nur feine Fasern und viele *Remak*'sche Fasern führt, nicht im gewöhnlichen Sinne als Wurzel, sondern als einen aus dem *G. cervicale supremum* und vielleicht den andern Halsganglien entstandenen Ast ansehen muss; ferner die *R. comm.*, wenn wirklich einzelne Fasern derselben peripherisch an die Spinalnerven sich anschliessen, die *Rami cardiaci, pulmonales* etc. Andere Aeste werden in den Parenchymen der Organe so fein, dass man ihnen unmöglich weit nachgehen kann. Was bis jetzt über den endlichen Verlauf constatirt ist, ist folgendes: 1) Es kommen in den Stämmen und Endausbreitungen des *Sympathicus* Theilungen vor. Gesehen wurden solche *a*) an den Stämmen und Aesten der Milznerven des Kalbes von mir, woselbst dicke Nerven oft mehrfach hintereinander gabelförmig sich spalteten, *b*) in den Pacinischen Körperchen des *Mesenterium* der Katze und des Menschen von *Henle* und mir, *c*) an den Nerven, die die Gefässe des *Mesenterium* des Frosches begleiten, von mir, *d*) an den Nerven seitlich am Uterus von Nagethieren von *Kilian* (*Zeitschr. f. rat. Med.* VII. St. 221), *e*) an den Nerven der Lunge und des Magens des Frosches und Kaninchens von *Ecker* (*Wagn. Handw. d. Phys.* III. St. 462. und *Mitth. d. Zürch. nat. Gesellsch.* Heft II. St. 92.), was ich für die Lunge des Frosches bestätigen kann, *f*) an den Nerven der *Dura mater* an den *Arteriae meningeae*, *g*) in Aesten des *Sympathicus* des Störes von *Stannius* (*Archiv f. phys. Heilk.* 1850 pg. 77), *h*) an den Herznerven der Amphibien von *Schaffner* (*Zeitschr. f. rat. Med.* IX. St. 239), dessen zum Theil sehr eigenthümliche Angaben (so von einer Zelle mit vier Fortsätzen, die sich theilten) jedoch dadurch an Glaubwürdigkeit verlieren, dass *Sch.* behauptet, die Vorkammern der Amphibien und Fische (Ellritze) hätten glatte Muskeln, was nicht der Fall ist, *i*) an

den Nerven der Harnblase von Kaninchen und Mäusen (*Valentin*, *Phys.* II. St. 592). 2) Es finden sich freie Endigungen der Nerven, so in den genannten Pacinischen Körperchen und an den Gefässen des Froschmesenterium [*Engel* (*Zeitschr. d. Wien. Aerzte* II. 1. St. 69) und ich.] 3) Es verschmälern sich auch die dickeren Röhren des *Sympathicus* schliesslich so, dass sie zu feinen werden, wie an den *Rami intestinales*, *lienales* und *hepatici* leicht zu sehen ist. — Die eigentlichen Endigungen in den Organen selbst, in Herz, Lunge, Magen, Darm, Niere, Milz, Leber, Uterus u. s. w. sind dagegen noch gar nicht gekannt und habe ich wenigstens bisher mich vergeblich bemüht, denselben auf die Spur zu kommen. Nur *Schaffner* will (l.c.) im Herzen von *Bombinator* das Auslaufen der dunklen Röhren in feinste, blasse, anastomosirende Fäserchen gesehen haben und *Pappenheim* (l. c.) beschreibt Schlingen an den Nierennerven.

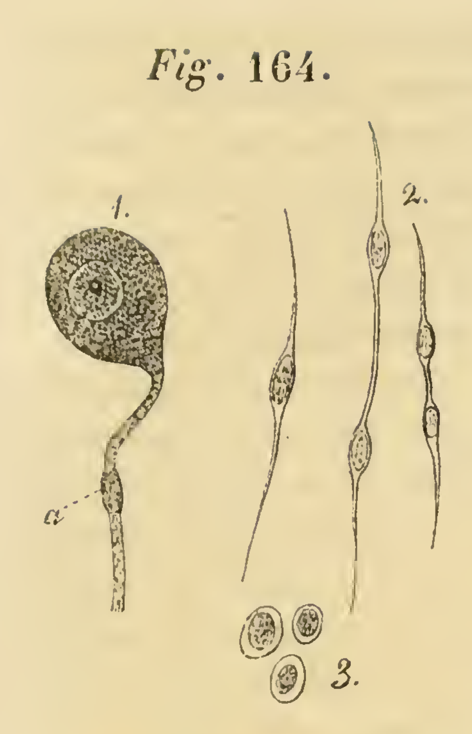
Zum Schlusse erwähne ich noch eine über den Faserverlauf im *Sympathicus* vor kurzem erschienene Arbeit von *Engel* (*Prager Vierteljahrsschr.* 1850. III. St. 143 mit 1 Taf.). Der Verfasser bestätigt bekannte Verhältnisse, wie dass die *Rami comm.* im Grenzstrange nach oben und unten sich wenden, dass dieselben von beiden Wurzeln abstammen und hie und da auch mit einem Bündel peripherisch an die Spinalnerven sich anschliessen, kommt aber ausserdem zu dem ganz absonderlichen Resultate, dass es im Grenzstrange auch Fasern gebe, welche aus einem Spinalganglion in denselben eingetreten, wieder an ein anderes Spinalganglion abgehen, mithin schlingenförmig zwei solche Ganglien verbinden. Etwas der Art habe ich nie gesehen und glaube ich, dass *Engel* dadurch, dass er nur Embryonen von 4 — 10″ Länge untersuchte, in Irrthum gerieth. Bei solchen sind die Nervenröhren in den Knoten noch gar nicht ausgebildet und lässt sich über den Faserverlauf in denselben nicht das Geringste sagen und zwar gilt dies sowohl von den in den Ganglien entspringenden als von den dieselben durchsetzenden Röhren, wie am besten die Spinalknoten lehren, wo man (siehe auch *Engel* Fig. 13. *B.*) die Wurzeln nicht durch die Ganglien verfolgen kann, obschon dies beim Erwachsenen nach Natronzusatz so leicht ist. Aus diesem Grunde kann ich auch, was *E.* über in Ganglien entspringende Nervenröhren und apolare Nervenzellen derselben bemerkt, so gern ich es auch wollte, doch nicht als Bestätigungen meiner Beobachtungen ansehen.

§. 125.

Entwicklung der Elemente des Nervensystems. Da die grösseren Massen des Nervensystems, Ganglien, Mark, Gehirn, Nerven bisher weder in Bezug auf ihre erste Anlage, noch auf ihre Weiterentwicklung als eine Function der Elementartheile der Embryonen aufzufassen waren, so halte ich es für unnöthig, hier auf die Entwicklung derselben im Ganzen einzugehen, und begnüge mich mit einer Schilderung der Elementartheile des Nervensystemes, der Nervenzellen und der Nervenfasern. Die ersteren sind, wo sie auch vorkommen, nichts als

Umwandlungen der sogenannten Embryonalzellen, welche die einen einfach sich vergrössern, die andern auch in eine verschiedene Zahl von Fortsätzen auswachsen, und zum Theil wenigstens mit Nervenfasern sich in Verbindung setzen. Auch die Nervenröhren stammen von denselben Zellen und gehen aus einer Verschmelzung vieler derselben von länglicher oder sternförmiger Gestalt zu geraden oder verästelten Röhren hervor, in denen dann nachträglich durch eine secundäre Bildung die weisse Marksubstanz sich erzeugt.

In Betreff der Nervenzellen kann ich unmöglich *Valentin* beistimmen, der (*Müll. Arch.* 1840. St. 218. und *Handw. d. Phys.* I. St. 700.) dieselben nicht als einfache Zellen sich entwickeln lässt, sondern deren Kern für die eigentliche Zelle hält und die Zellmembran der Autoren für ein secundäres Umlagerungsgebilde. Wo ich auch in der Wirbelthierreihe die Entwicklung der grauen Substanz verfolgte, überall fand ich, dass indifferente Zellen, wie sie bei Embryonen anfänglich in allen Organen vorkommen, unmittelbar zu Nervenzellen und Ganglienkugeln sich metamorphosiren, wornach diese Gebilde, wie *Schwann* will, einfach die Bedeutung von Zellen haben. Ohne der Thiere hier specieller zu gedenken, in Betreff welcher die Beobachtungen von *Valentin* (l. c.), *Bischoff* (*Entw.* St. 188), *Hannover* (*Recherches microsc.* pg. 61) und *Schaffner* (*Zeitschr. f. rat. Med.* Bd. 5. St. 44.) nachgesehen werden können, will ich nur anführen, dass bei menschlichen Embryonen aus dem 2ten Monat die Hirnrinde und die graue Substanz des Markes durchweg aus blassen rundlichen Zellen (Fig. 164. 3) von 0,004—0,005‴ mit runden Kernen von 0,003 — 0,004‴, ohne Spur von körniger Grundsubstanz besteht. In den Spinalganglien fanden sich Zellen von 0,006 — 0,008‴, die Alle nach beiden Seiten in feine zugespitzte Fortsätze ausliefen und grosse, zum Theil doppelte Kerne mit Kernkörperchen enthielten. Bei Embryonen von 16 und 17 Wochen ist in der grauen Rinde des grossen Hirns schon sehr deutlich eine feinkörnige Grundsubstanz da, und in ihr finden sich sehr viele runde Kerne von 0,003 — 0,004‴ mit kleinem undeutlichem *Nucleolus*, und, obschon etwas minder häufig, auch zartwandige Zellen. Die Vierhügel zeigten bei solchen Embryonen schöne, helle, runde Zellen von 0,006—0,008‴ mit Kernen von 0,004 — 0,006‴ und zarten *Nucleoli*. Im Rückenmark waren die Zellen der grauen Substanz noch grösser von 0,006 — 0,01‴, rundlich, rundlicheckig oder länglich, jedoch ohne Fortsätze, mit Kernen von 0,004‴ und neben ihnen zeigte sich auch eine körnige Substanz und freie Kerne. Weiter entwickelt waren die Ganglien, die bekanntlich auch, obschon sie nicht so frühe erscheinen wie das centrale Nervensystem (beim Hühnchen die Ganglien der Kopfnerven am 3ten Tage nach *Remak Untersuch. über die Entw. d. Wirbelthiere*, St. 37), doch bei jungen Embryonen unverhältnissmässig entwickelt sind. Im *G. Gasseri* massen die leicht granulirten runden Zellen (Fig. 164. 1) 0,006 — 0,016‴, die Kerne 0,004—0,006‴, die 1 — 2 *Nucleoli* 0,0004 — 0,0008‴; Fortsätze derselben sah ich je-



doch keine, obschon die Zellen sehr deutlich waren und leicht sich isolirten. Spinalganglien boten ganz ebensolche Zellen dar, nur zeigten sich hier an vielen derselben einfache Fortsätze. In den sympathischen Knoten waren die Zellen sehr leicht zerstörbar, nur 0,006 — 0,01''' gross, einige derselben mit einfachen Fortsätzen; daneben fanden sich noch kleinere Zellen und freie Kerne.— Die weitere Entwicklung der Nervenzellen ist nun die, dass sie langsam sich vergrössern, und, wie es scheint, auch selbständig sich vermehren. Für eine Vermehrung kann ich zwar nicht directe Beobachtungen anführen, allein ich weiss das häufige Vorkommen von zwei Kernen in den Nervenzellen junger Thiere und mehrfach gesehene, durch Verbindungsfäden zusammenhängende Zellen nicht anders zu deuten. Ersteres anlangend, so haben schon *Remak* (*Observ.* pg. 9.) und *Valentin* (*Repert.* 1838. St. 76. und *Müll. Arch.* 1839. St. 142.) in verschiedenen Ganglien junger Säugethiere doppelte Kerne und doppelte Kernkörperchen gesehen, was, wie ich finde, häufig so ausgebreitet vorkommt, dass es in manchen Ganglien schwer hält, eine Ganglienkugel zu finden, die nur einen Kern enthält. Verbindungen zweier Zellen beschreiben ebenfalls *Remak* und *Valentin* als besonders bei jungen Geschöpfen nicht gerade selten, was ich ebenfalls bestätigen kann. Auch *Schaffner* bildet neulich solche Zellen vom Krebse und der Feuerkröte (aus den Herzganglien) ab (l. c.). — Die verästelten Ausläufer der centralen Zellen habe ich in Bezug auf ihre Entstehung nicht verfolgt, doch ist kaum daran zu zweifeln, dass dieselben einfach als Ausläufer ihrer Zellen sich bilden. Die Pigmentkörner in den Nervenzellen sind spätere Bildungen und bei der Geburt nur wenig oder gar nicht angedeutet.

Ueber die Entwicklung der Nervenröhren verdanken wir die ersten genauen Untersuchungen *Schwann*, welche ich in Allem vollkommen bestätigen kann (Fig. 165.). Dieselben betreffen die peripherischen Nerven und lehren erstens, dass dieselben Alle an Ort und Stelle aus bestimmtem Bildungsmaterial sich anlegen, jedoch so sich entwickeln, dass die centralen Enden den peripherischen immer voran sind. Mit Ausnahme der Nervenenden, von denen nachher noch die Rede sein soll, entstehen die peripherischen Nervenröhren aus spindelförmigen kernhaltigen Zellen, welche offenbar nichts anderes als Modificationen der ursprünglichen Bildungszellen sind, wie Säugethier-, Vögel- und Amphibienembryonen mit Leichtigkeit zeigen, und zu blassen, platten, langen, kernhaltigen Röhren oder Fasern von 0,001 — 0,003''' Breite sich verbinden. Anfangs bestehen die Nerven nur aus solchen Fasern und aus den Anlagen des Neurilems und sind grau oder mattweiss, wie sympathische Fäden, später, bei menschlichen Em-

Fig. 164. 1. Ganglienkugel aus einem *Ganglion spinale* eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo. *a.* Kern in dem blassen Fortsatz der Zelle. 2. Sich entwickelnde Nervenröhren aus dem Gehirn eines 2 Monate alten menschlichen Embryo. 3. Zellen aus der grauen Hirnsubstanz desselben Embryo.

bryonen vom 4. oder 5. Monate an, werden sie immer weisslicher und entwickelt sich in ihren Fasern die eigentliche weisse oder Marksubstanz immer mehr. Von den drei in Betreff der Bildung derselben von *Schwann* aufgestellten Möglichkeiten kann nach dem jetzigen Stand der Dinge nur noch eine in Frage kommen, nämlich die, ob die Markscheide ein zwischen die Hülle und den Inhalt der embryonalen kernhaltigen Fasern abgelagertes Gebilde sei, in welchem Falle dann der Inhalt zur Axenfaser würde. Ausserdem könnte die Markscheide aber auch, woran *Schwann* nicht gedacht hat, durch eine chemische Umwandlung des äusseren Theiles des Inhaltes der embryonalen Fasern entstehen und die Axenfaser nur der nicht fettig metamorphosirte Rest derselben sein. Welche von diesen beiden Anschauungsweisen die richtige ist, ist schwer zu bestimmen. Die directe Beobachtung ergibt nur so viel, dass der Inhalt der blassen embryonalen Röhren nach innen von den Kernen nach und nach immer dunklere Contouren erhält und schliesslich wie eine ächte dunkelrandige Faser erscheint, lehrt dagegen über die eigentliche Entstehung der weissen Substanz nichts. Da man jedoch nachweisen kann, dass die Fasern, indem sie so sich verändern, ihren Durchmesser nicht wechseln, so möchte die von mir aufgestellte Vermuthung doch als die richtigere erscheinen. Man sieht nämlich 1) wie es auch *Schwann* abbildet (Tab. IV. pg. 8.), an theilweise schon dunkelrandigen Fasern keine Breitenunterschiede zwischen den blassen und dunklen Theilen, und findet 2) dass die zuerst auftretenden dunkelrandigen Fasern nicht stärker sind als die embryonalen blassen Röhren, so dass mithin die die dunkle Contour bedingende Fettablagerung kaum anders gedacht werden kann, denn als eine Metamorphose schon vorhandener Theile. Man könnte nun freilich einwenden, dass die dunkelgewordenen Nervenröhren, wenigstens einem grossen Theile nach, nur kurze Zeit den geringen Durchmesser der feinsten Nervenröhren beibehalten, den sie Alle ohne Ausnahme zuerst haben, vielmehr nach und nach bedeutend sich verdicken; allein wenn für die erste Bildung der weissen Substanz nachgewiesen ist, dass sie nicht durch Ablagerung um vorhandene Theile, sondern in dieselben geschieht, so ist kein Grund vorhanden, später, wenn die Nervenröhren wachsen, etwas anderes anzunehmen, besonders da offenbar nicht blos die Markscheide, sondern auch die Hülle und die Axenfaser bei diesem Wachsthume sich bethei-

Fig. 165.

Fig. 165. 1. Zwei Nervenfasern aus den *Nervus ischiadicus* eines 16 Wochen alten Embryo. 2. Nervenröhre von einem neugeborenen Kaninchen; *a*. Hülle derselben, *b*. Kern, *c*. Markscheide. 3. Nervenfaser aus dem Schwanze einer Froschlarve, *a*. *b*. *c*. wie vorhin. Bei *d*. ist die Faser noch von embryonalem Character; die dunkelrandige Faser zeigt eine Theilung.

ligen, während dessen dann auch die ursprünglichen Kerne in der Art schwinden, dass sie bei Neugebornen kaum mehr nachzuweisen sind.

Die Entwicklung der Nervenendigungen, die in einiger Beziehung anders sich zu verhalten scheint, als die der Nervenstämme, kann, wie ich gezeigt habe (*Annal. d. sc. nat.* 1846 pg. 102. Tab. 6. 7.) im Schwanze der Larven nackter Amphibien mit Leichtigkeit verfolgt werden (Fig. 165, 3. Fig. 166.). Hier finden sich, wie schon *Schwann* meldet (pg. 177), als erste Anlage der Nerven blasse, verästelte, 0,001 — 0,002''' messende Fasern, die stellenweise anastomosiren und Alle schliesslich in feinste Fäserchen von 0,0002 — 0,0004''' frei ausgehen. Es hat nicht die geringsten Schwierigkeiten zu zeigen, dass diese Fasern durch Verschmelzung spindelförmiger oder sternförmiger Zellen entstehen, denn man sieht erstens solche Zellen theils noch für sich dicht an denselben anliegen, theils mehr oder weniger mit ihren Ausläufern verbunden, und findet zweitens an den etwas angeschwollenen Theilungsstellen der Fasern deutliche Zellenkerne und, wenigstens bei jungen Larven, neben denselben die bekannten eckigen Dotterkörperchen, die anfänglich alle Zellen der Embryonen erfüllen. Anfänglich nun ist die Zahl der blassen embryonalen Nerven sehr gering und beschränkt sich auf einige kurze, dicht neben der Muskulatur des Schwanzes gelegene Stämme, nach und nach aber entwickeln sich dieselben in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie weiter in die durchsichtigen Theile der Schwänze hinein, dadurch dass immer neue Zellen mit den vorhandenen Stämmen sich verbinden, während diese auch selbst fast wie die Capillaren derselben Larven durch zarte Ausläufer direct sich vereinen. — Sind diese feinen Verästelungen, über deren nervöse Bedeutung keine Zweifel obwalten können, wenn man sieht, dass die Larven, die sie führen,

Fig. 166.

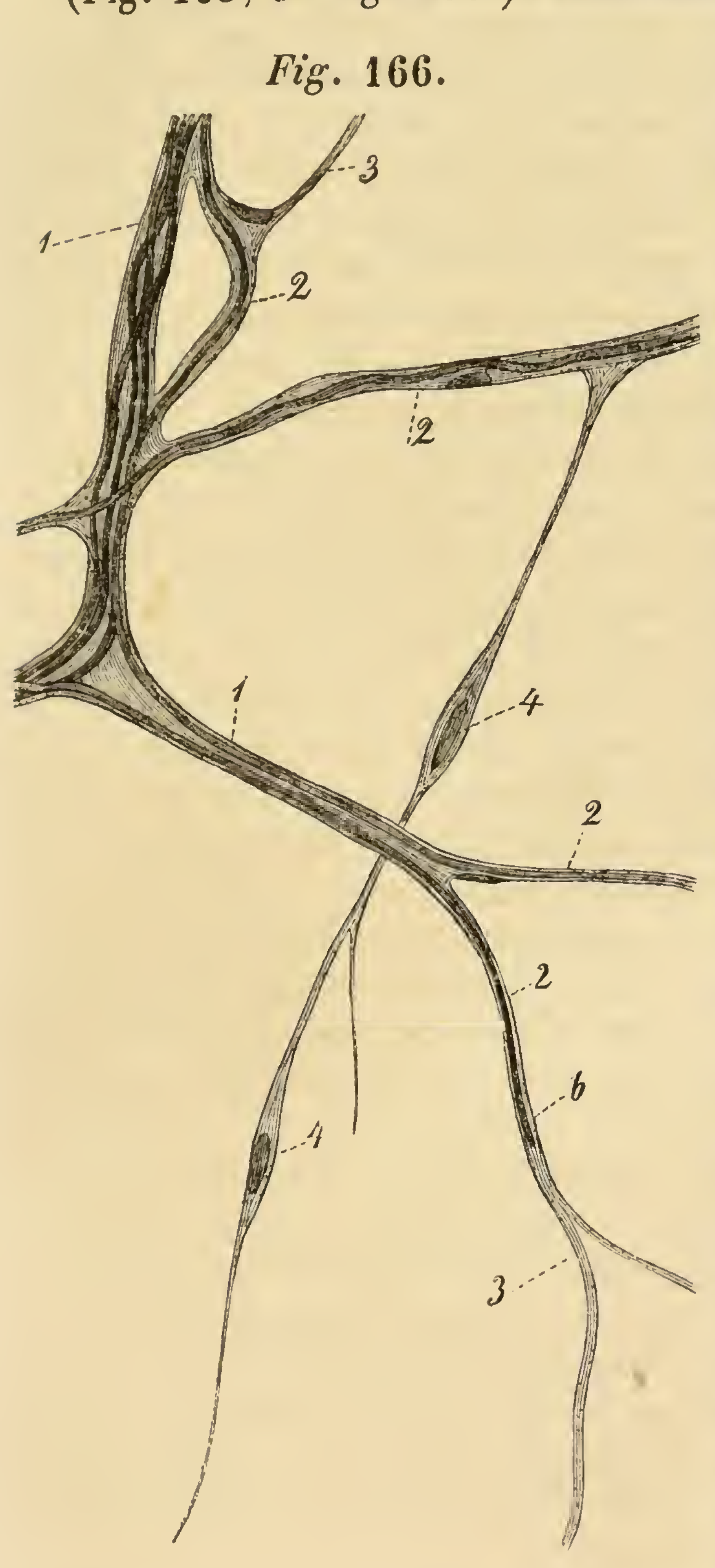


Fig. 166. Nerven aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350 mal vergr. 1. Embryonale Nervenfasern, in denen sich mehr als eine dunkelrandige Röhre entwickelt hat. 2. Solche, die nur Eine solche enthalten, die in der einen Faser bei *b* aufhört. 3. Embryonale blasse Fasern. 4. Untereinander und mit einer fertigen Nervenfaser verbundene spindelförmige Zellen.

schon sehr lebhaft empfinden, einmal angelegt, so zeigen sie dann auch folgende weitere Veränderungen. Indem die Fasern allmälig zum 2 bis 4 fachen ihres ursprünglichen Durchmessers sich verdicken, entwickeln sie nach und nach, und zwar von den Stämmen nach den Aesten zu, dunkelrandige feine Primitivfasern in sich, die auf keinen Fall etwa immer neu hinzukommenden Markscheiden ihren Ursprung verdanken, sondern ganz bestimmt nur durch die Metamorphose eines Theiles des Inhaltes der blassen Fasern sich bilden. Auffallend sind jedoch hierbei folgende, bei höheren Thieren noch nicht gesehene Verhältnisse. 1) Wo eine blasse embryonale Faser gabelförmig sich spaltet, bildet sich hie und da, obschon nicht immer, auch eine Theilung der in ihr sich entwickelnden dunkelrandigen Röhre aus, wie ich dies schon früher in einem Fall und neulich mit Bestimmtheit sah. 2) Die dunkelrandigen Röhren erfüllen die blassen Fasern, in denen sie entstehen, fast nie ganz, sondern meist bleibt ein Zwischenraum, häufig von demselben Durchmesser, den sie selbst darbieten, zwischen ihnen und der Hülle der embryonalen Fasern übrig, in welchem dann hie und da die Kerne der ursprünglichen Bildungszellen zu sehen sind. 3) In den Stämmen und Hauptästen der embryonalen Fasern entwickeln sich ganz unzweifelhaft mehrere (2—4) dunkelrandige Röhren innerhalb einer und derselben embryonalen Faser, ein sehr merkwürdiges Verhalten, das beweisst, dass es auch dunkelrandige Röhren ohne structurlose Scheide gibt (vergl. St. 396), und welches an die Muskelbündel erinnert, bei denen ebenfalls innerhalb einer Röhre eine Mehrzahl von feineren Elementen entstehen. — Da die Schwänze der Froschlarven später abfallen, so kann man leider ihre interessanten Nerven nicht bis zu einer solchen Vollendung verfolgen, wie die anderer Orte. Doch sieht man bei den ältesten Larven, dass dieselben etwas dicker sind als anfänglich und an der Peripherie theils mit Schlingen, theils mit freien Enden ausgehen, so jedoch, dass die anfänglichen blassen Fasern immer noch da sind und von den dunkelrandigen ausgehend eine feinste letzte Nervenausbreitung mit Anastomosen und freien Enden bilden.

Ich hätte nicht so lange bei den Nerven der Froschlarven verweilt, wenn nicht ähnliche Verhältnisse höchst wahrscheinlich noch bei vielen andern Nervenendigungen sich finden. Sicher ist dies für diejenigen der electrischen Organe der Rochen, die selbst entwickelt in Vielem mit denen älterer Froschlarven übereinstimmen und, wie *Ecker* neulich gezeigt hat (*Zeitschrift für wiss. Zoologie* 1849. St. 38), gerade ebenso sich entwickeln. Auch die Nerven in der Haut der Maus (siehe oben St. 29) gehören offenbar hierher und so möchte die Zukunft lehren, dass überall, wo peripherisch Nerventheilungen sich finden, die Entwicklung im Wesentlichen ebenso vor sich geht, wie ich es hier beschrieben.

Ueber die Entwicklung der Nervenfasern in den Centralorganen besitzen wir nur wenige Untersuchungen. Von denen der Ganglien kann ich nur so viel sagen, dass sie sich später entwickeln als die der Nerven und wahrscheinlich aus kleineren, spindelförmigen Zellen, die man neben den Ganglienkugeln sieht. Einmal sah ich auch in einem Spinalganglion eines 4 monatlichen menschlichen Embryo eine solche Zelle mit dem Ausläufer einer Ganglienkugel in Verbindung. Ueber die Bildung der Fasern im Mark und Hirn hat *Valentin* zuerst etwas Näheres mitgetheilt (*Müll. Arch.*

1840, St. 220). Nach ihm ist, was ich auch bei menschlichen Embryonen so finde, bei Rindsembryonen weisse und graue Substanz anfänglich nicht zu unterscheiden und besteht die erstere aus denselben kleinen Zellen wie die letztere. Die Nervenfasern scheinen nach *Valentin* durch Verschmelzung dieser Zellen zu entstehen, wenigstens findet man bei älteren Embryonen mattweisse, platte Fasern mit einem deutlich faserigen Wesen in ihrer Wand und länglichrunden oder rundlichen Kernen im Innern, die später (bei Embryonen von 12—13″ Länge) in Nervenröhren übergehen und ihre Kerne nicht mehr mit Bestimmtheit erkennen lassen. Mit diesen Erfahrungen stimmen die von *Schaffner* (l. c.) und auch was ich gesehen habe so ziemlich überein. Es ist zwar äusserst schwierig die Entwicklung der Markmasse von Hirn und Mark zu erforschen und habe ich mich vielfältig vergebens mit diesem Gegenstande abgemüht, doch kommt man zuletzt, namentlich auch bei Anwendung von Chromsäure, doch zu einem Resultate. Bei menschlichen Embryonen finde ich schon am Ende des zweiten Monates die Bildung der fraglichen Röhren eingeleitet, indem die weisse Substanz deutlich feinstreifig ist und stellenweise nachweisbar spindelförmige sehr zarte Zellen, zum Theil isolirt für sich, zum Theil zu zweien, dreien und auch mehreren verbunden enthält (Fig. 167, 2). Alle diese Zellen sind anfangs blass, umschliessen den 0,002—0,003‴ grossen Kern ganz dicht und haben Ausläufer nahe zu so fein, wie Bindegewebsfibrillen. Im vierten Monate, wo die Differenz der zweierlei Substanzen ganz deutlich ist, erkennt man in den nun breiteren Fasern zum Theil immer noch Kerne, zum Theil sind dieselben verschwunden, ohne dass die Fasern dunkle Contouren darböten, welche erst nach der Mitte des Fötallebens (bei Rindsembryonen bei solchen von mehr als 12″ Länge *Valentin*) und zwar im Marke zuerst sich entwickeln. Bei Thieren sah ich die Bildung der Fasern mehr wie *Valentin* sie schildert, nicht aus spindelförmigen, sondern aus mehr rundlichen Zellen. Man findet nämlich, z. B. bei Schafembryonen von 6—7‴, in der Gegend der entspringenden Wurzeln der Nerven sehr deutlich blasse Fasern von 0,002—0,004‴, die zum Theil fast wie Confervenfäden aus ziemlich deutlichen, hintereinander liegenden Zellen mit Kernen gebildet sind, zum Theil nur hintereinander liegende Kerne enthalten (Fig. 167, 1). Obschon ich die Umwandlung dieser Fasern in Nervenröhren nicht gesehen, so kann ich dieselben doch kaum für etwas anderes als für deren Anlagen halten, da sie in ihrem Aussehen mit den runden und unipolaren Nervenzellen, die neben ihnen noch im Mark sich fanden, ganz übereinstimmten; doch war mir sehr auffallend, dass dieselben auch einerseits von 0,01‴, anderseits von nur 0,0005‴ Breite sich fanden, ferner dass die breitesten oft mehrere Kerne in einer Höhe enthielten, endlich dass einzelne von ihnen auch Aeste abgaben, die selbst zu anastomosiren schienen. Vielleicht gehörten einzelne dieser Fasern zu den Gefässen.

Die mitgetheilten Erfahrungen stehen ganz im Widerspruche mit denen von *Bidder* (*Verhältniss der Ganglienkörper* etc. pg. 56 flgde.) beim *Ganglion Gasseri* des Hühnchens und seinen Hauptästen, denen zufolge die Nervenfasern auf die Weise entstehen, dass in einer anfangs ganz gleichmässigen, mit gewissen Formen des Bindegewebes übereinstimmenden Grundmasse zuerst Röhren oder Kanäle ausgehöhlt werden, in denen dann



ein öliger Inhalt sich sammelt. Wodurch das erste geschehe, ob durch Resorption oder durch Verdrängung der Masse mittelst mechanischer Impulse, vermag *B.* nicht anzugeben, doch glaubt er, das die Ansicht sich rechtfertigen lasse, dass das fetthaltige Nervencontentum von den Ganglienkugeln ausgehe, vielleicht als ein Absonderungsproduct derselben zu betrachten sei. Durch eine Spaltung des Restes der ursprünglichen Grundmasse lässt *B.* die Nervenscheiden (Neurilem) entstehen. — Mit diesen Annahmen kann ich nicht übereinstimmen. Ich behaupte mit *Ecker* (l. c.), dass nicht blos die Untersuchung der peripherischen Endigungen der Nerven ganz anderes lehrt als das, was *Bidder* aus seinen Beobachtungen erschliesst, und kann versichern, dass auch in den Stämmen eine Untersuchung am passenden Orte ebenfalls nichts der Art ergibt. Die Localität, die *B.* für seine Beobachtungen gewählt hat, ist, wie es scheint, eine für diese Frage sehr ungünstige, wie denn überhaupt die centralen Theile und Ganglien viel schwieriger zu erforschen sind. Auch ich habe an vielen Orten der Bildung der Nervenröhren nicht auf die Spur kommen können, und nur eine streifige Substanz mit Kernen, manchmal auch scheinbar ohne solche und später dunkelrandige Röhren gesehen, allein solche Fälle muss man nicht als Ausgangspuncte wählen, was auch in Betreff der denen *Bidder's* zum Theil analogen Angaben *Remak's* (*Darmnervensystem*), der zuerst nur homogene Fasern und dann erst Kerne in denselben sah, bemerkt werden muss. Uebrigens ist auch das Gehirn ganz geeignet zu zeigen, dass nichts bindegewebeartiges der Bildung der weissen Substanz vorangeht. An eine Secretion des Nervenmarkes von den Nervenzellen aus kann ich ebenfalls nicht glauben und spricht gegen diese Ansicht vor Allem das, dass die Nervenröhren in den Ganglien, dem Mark und Hirn später sich ausbilden als die in den Stämmen.

Mit Bezug auf die späteren Veränderungen der Nervenröhren ist schon bemerkt worden, dass dieselben zum Theil sehr beträchtlich an Dicke zunehmen. Nach *Harting* (l. c. pg. 75) messen die noch nicht dunkelcontourirten Nervenfasern des *Medianus* eines 4monatlichen menschlichen Fötus im Mittel 3,4 mm, bei einem Neugeborenen 10,4 mm, beim Erwachsenen 16,6 mm. Die Dickenzunahme der Nerven selbst scheint nach *Harting*

Fig. 167. Aus dem Marke eines 6‴ langen Schafembryo. 1. Sich entwickelnde Nervenfasern vielleicht der Nervenwurzeln mit Kernen und einer Theilung an der einen Faser, 2. Nervenzellen der grauen Substanz.

vom vierten Monate an einzig und allein auf Rechnung der Vergrösserung der schon vorhandenen Elemente zu kommen, da schon der Fötus und Neugeborene dieselbe Zahl von Primitivfasern besitzen, wie der Erwachsene.

Noch mag erwähnt werden, dass von den Nervenelementen äusserst wenige pathologische Veränderungen bekannt sind. In den Nervenzellen des Gehirnes werden besonders im Alter die Pigmentablagerungen excessiv und treten auch Fettablagerungen auf (*Virchow, Archiv* I, 1). Eine Regeneration von Ganglienkugeln glaubt *Valentin* beim *Ganglion cervicale supr.* des Kaninchens gesehen zu haben. Nervenröhren werden leicht zerstört, so durch Blutergüsse, Geschwülste, bei Erweichungen, durch Fibroide u. s. w., in welchen Fällen das Mark in grössere oder kleinere, sehr verschieden gestaltete, geronnene oder flüssige Massen zerfällt, die Axenfasern dagegen zu verschwinden scheinen. In atrophischen Nerven findet man die Nervenröhren dünner, leicht zerfallend, statt des Markes zum Theil mit kleinen Fettmolekülen oft ganz erfüllt, wie es *Virchow* einmal an einem menschlichen *Opticus*, ich an Froschnerven sah. Durchschnittene Nerven heilen leicht zusammen, ja es ersetzen sich selbst ausgeschnittene Stücke peripherischer Nerven von 8—12''' Länge durch wahres Nervengewebe und zwar scheinen die Nervenröhren sich in solchen Fällen ähnlich zu bilden, wie bei der normalen Entwicklung, obschon oft nichts Bestimmtes zu sehen ist (*Bidder* (l. c. pg. 65, *Valentin*, *de funct. nerv.* pg. 159, §. 323 und *Phys.* 2. Aufl. I. 2, 716). Tritt die Heilung eines durchschnittenen Nerven nicht ein, so verändert sich das peripherische Ende nach und nach zugleich mit dem Erlöschen der Nerventhätigkeit in bestimmter Weise. Die Nervenröhren im Ganzen werden gelblich, weich, leicht zerreissbar, das quergebänderte Ansehen und ihr Glanz geht verloren. Die Nervenröhren selbst haben keine Spur mehr von doppelten Contouren, ihr Mark ist ganz geronnen, die Breite oft sehr verschieden (*Stannius* in *Müll. Arch.* 1847, St. 452). Ob auch die Axenfasern sich verändern, ist leider nicht angegeben. — Hypertrophien der Nervensubstanz selbst sind nicht bekannt, wohl aber solche des Neurilemes. Eine Neubildung von feinen Nerven sah *Virchow* in pleuritischen und peritonealen Adhäsionen (*Verh. d. Würzb. phys. med. Ges.* 1850, Heft II).

§. 126.

Die Verrichtungen des Nervensystemes anlangend, so mögen hier folgende, an die anatomischen Thatsachen unmittelbar sich anknüpfende Bemerkungen hinreichen. Was die beiden Elementartheile des Nervensystemes betrifft, so gibt zwar die anatomische Untersuchung keine directen Gründe für die Annahme an die Hand, dass die Nervenzellen mit den höheren Functionen des Nervensystemes betraut seien, die Nervenröhren mit den untergeordneteren, jedoch lehrt dieselbe immerhin soviel, dass alle Abschnitte des Nervensystemes, welche die ersteren vermitteln, auch graue Substanz in grösserer oder geringerer Menge enthalten, so der *Sympathicus*, die Ganglien der Spinal- und Hirnnerven, die, obschon sie

vorzüglich dickere Fasern entsenden, doch ähnlich dem *Sympathicus* unwillkürliche Bewegungen (in gewissen Theilen des Gefässsystemes, in den glatten Muskeln der Haut), vielleicht auch unbewusste Empfindungen zu vermitteln scheinen, schliesslich das Mark und Gehirn. Da nun auch in den Ganglien der anatomische Zusammenhang von Röhren und Zellen bestimmt nachgewiesen ist und in dem Gehirn wenigstens soviel feststeht, dass die erstern schliesslich alle in grauer Substanz sich verlieren, so möchte die von physiologischen Thatsachen geforderte Annahme, dass die graue Substanz die empfindende und Bewegungen anregende sei, doch auch von Seiten der Mikroskopie eine Stütze erhalten. Diese Bedeutung der grauen Substanz angenommen, so frägt sich weiter, zeigt dieselbe wie in ihren Functionen, so auch in ihrem Bau Verschiedenheiten. Ich mache in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam. Die grössten Ganglienkugeln finden sich an Orten, von denen motorische Effecte ausgehen, so in den vorderen Hörnern des Markes zwischen den Fasern der vorderen Wurzeln, in dem verlängerten Marke an den Ursprüngen der motorischen Hirnnerven, in der Rinde des kleinen Gehirnes, im *Pons Varoli,* in den Hirnstielen, wogegen die kleinsten Zellen in den sensiblen Regionen, wie in den hinteren Hörnern des Markes, den *Corpora restiformia,* den Vierhügeln ihre Stelle haben. Eine constante Beziehung zwischen der Grösse der Zellen und den sensiblen und motorischen Functionen scheint jedoch nicht da zu sein, denn in den Ganglien der Cerebrospinalnerven und des *Sympathicus* und im Sehhügel entspringen beiderlei Fasern hier von kleineren, dort von grösseren Zellen. Es scheint demnach wie bei den Nervenröhren grosse und kleine motorische Zellen und ebenso sensible Zellen von verschiedenen Dimensionen zu geben, was auch die vergleichende Anatomie bestätigt, indem die bipolaren grossen Zellen bei Fischen offenbar sensible sind. Ein wesentlicher Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Zellen, mögen dieselben nun von gleicher oder verschiedener Grösse sein, ist nicht nachzuweisen, und namentlich sind die zwischen solchen Zellen vorkommenden Schwankungen nicht grösser als die zwischen motorischen verschiedener Localitäten. Ja selbst die Zellen der Hirnrinde, in welche die Physiologie die Seelenthätigkeiten verlegt, zeigen keine mit unsern Hülfsmitteln wahrnehmbaren Eigenthümlichkeiten. — Die Nervenzellen können auch noch eingetheilt werden in solche, welche direct mit Nervenröhren verbunden sind und in andere die für sich bestehen. Die erstern werden natürlich vorzugsweise als sensible und motorische anzusehen sein, über die letzteren gibt die Anatomie zum Theil keine Aufschlüsse, insofern sie keine Fortsätze besitzen, wie in den sympathischen Knoten und im Gehirn an einigen Orten; was die mit Ausläufern ver-

sehenen, namentlich die vielstrahligen Zellen, die an vielen Orten bestimmt nicht in Nervenröhren übergehen, anlangt, so möchte sicher sein, dass sie, die grösseren wie die kleineren, durch ihre wie Nervenröhren wirkenden Fortsätze verschiedene Regionen der Centralorgane untereinander in Verbindung setzen und bei den Reflexerscheinungen, den Sympathien und anderweitigen Associationen der Thätigkeiten sich betheiligen. Solche Zellen enthält das Mark und das Gehirn an allen Orten in überwiegender Menge, die Ganglien dagegen nicht, womit jedoch nicht gesagt ist, dass in diesen keine Reflexe erfolgen können.

Die Nervenröhren anlangend, so ist die Anatomie nicht im Stande, Unterschiede derselben in sensiblen und motorischen Nerven aufzudecken. Diess kann jedoch auf jeden Fall der Physiologie noch keinen Grund an die Hand geben, gleiche Functionen derselben anzunehmen, denn wenn sich auch nicht blos *a priori,* sondern selbst durch das Experiment wahrscheinlich machen lässt (*Du Bois Reymond* II. 1, pg. 587), dass die beiderlei Röhren centripetal und centrifugal leiten, so ist doch hiermit nicht gesagt, dass dieselben sonst keine Differenzen in ihrer Thätigkeit zeigen. Wenn auch sensible Fasern ebenfalls centrifugal leiten, wie es für die Endschlingen leicht möglich ist, so ist hiermit noch lange nicht bewiesen, dass eine solche Faser gegebenen Falls wie eine motorische auf einen Muskel, in dem sie verläuft, zu wirken im Stande sei. Zwar glaubt *Du Bois* neulich gezeigt zu haben (l. c. II. 1, p. 595 flgde.), dass man auch durch Reizung der sensiblen Nervenwurzeln Muskelzuckungen erhalte, allein mir scheinen die fraglichen Versuche denn doch nicht alle Zweifel auszuschliessen und finde ich vorläufig in denselben noch keinen Grund, den *Bell*'schen Satz für nicht völlig stichhaltig anzusehen; wären übrigens dieselben auch allen Anforderungen entsprechend, so würden sie doch für die physiologischen Vorgänge nicht maassgebend sein und nie beweisen, dass die hinteren Wurzeln im Leben je anders als sensibel wirken. — Von der Bedeutung des verschiedenen Durchmessers der Nervenfasern ist schon früher die Rede gewesen, ich will daher hier nur das beifügen, dass die mehrfachen Aenderungen im Durchmesser, welche alle Röhren der Cerebrospinalnerven während ihres Verlaufes erleiden, am geeignetsten sind zu zeigen, dass diese Verhältnisse mit der Function der Fasern im Allgemeinen nichts zu thun haben. Nichts destoweniger schlage ich die Durchmesserverhältnisse nicht ganz gering an und namentlich scheinen mir wichtig die Verdünnungen der Röhren, wo sie durch graue Substanz ziehen (siehe oben §. 115.), und ihre Verschmälerungen an den Ursprüngen und Endigungen. Die physiologische Deutung dieser Facta ist jedoch schwierig. Wären in den Nervenröhren nur die

Axenfasern das Leitende und die Markscheiden eine isolirende Substanz und liesse sich nachweisen, dass an den verdünnten Stellen die Markscheiden fehlen, so liesse sich die eigenthümliche Thätigkeit der Nervenröhren an den verdünnten Stellen (die Querleitung im Mark, die Feinheit der Sensation an den Endigungen z. B.) ziemlich befriedigend deuten. Bekanntlich ist eine solche Auffassungsweise schon von verschiedenen Seiten her beliebt und neulich wieder von *Wagner* vertheidigt worden und zwar ist man bei derselben gewöhnlich von dem Gedanken an eine grosse Verwandtschaft, ja selbst Identität zwischen Electricität und Nerventhätigkeit ausgegangen und hat die fettreiche Markscheide von diesem Gesichtspuncte aus als Isolator anfgefasst. Allein 1) ist es trotz der neuesten wichtigen Entdeckungen von *Du Bois* (l. c.) über electrische Ströme in den Nerven und deren Aenderung bei der Thätigkeit der Nerven doch nichts weniger als bewiesen, dass in den Nerven nichts als Electricität thätig sei, ja es nöthigen selbst gewisse Erscheinungen, wie z. B. die, dass ein durchschnittener Nerv, dessen Schnittenden sich berühren, für das Nervenagens nicht mehr durchgängig ist, wohl aber für die Electricität, unabweisbar zur Anerkennung der Verschiedenheit beider Thätigkeiten. Zweitens ist von einem Fehlen der Markscheide und einem Freiliegen der Axenfaser an vielen peripherischen Enden der Nerven (Haut, Muskeln) und an den Querleitung zeigenden Theilen der Centralorgane (Rückenmark) keine Spur zu sehen. Immerhin lässt sich, auch wenn man die Nerventhätigkeit als etwas von der Electricität verschiedenes ansieht, doch die Frage aufwerfen, ob nicht dieselbe etwa nur in der Axenfaser wirke und die Markscheide einen je nach ihrer Dicke mehr oder minder guten Isolator darstelle. Dass die Markscheide nicht durchaus nöthig ist für die Function der Röhren, beweisen die vielen Fälle von blassen Nervenfasern, wo dieselbe fehlt (Endigungen der Nerven im *Olfactorius*, in der *Cornea*, den Pacinischen Körperchen, den electrischen Organen, in der Haut der Maus u. s. w.; Ursprungsstellen der Nerven von den Ganglienkugeln), und man könnte daher in der That geneigt sein, den Axenfasern eine grössere Bedeutung zuzuschreiben, da dieselben den erwähnten blassen Röhren sehr ähnlich sehen, allein es beweist denn doch keine bestimmte Thatsache, dass die Markscheide, wo sie da ist, wirklich ganz oder theilweise isolire. Zwar glaubt *R. Wagner*, dass die Einschnürungen an den Theilungsstellen der Nervenfasern, die bis auf die Axenfasern gehen sollen, darthun, dass nur diese, weil hier allein die Continuität der Nerven fortsetzend, leiten, und legt den Axenfasern auch aus dem Grunde ein grosses Gewicht bei, weil sie, wie er glaubt, allein mit dem Inhalte der Nervenzellen in Verbindung stehen; allein ich habe an den Einschnürungen, die

ich übrigens nicht für constant halte (auch *Czermák* will dieselben beim *Acusticus* des Störes an frischen Nerven nie gesehen haben), nie ein gänzliches Fehlen der Markscheide gesehen, und kann auch dem zweiten Satze *W.'s* nicht beistimmen, da auch die Markscheide mit dem Inhalte der blassen Fortsätze der Nervenzellen und dieser selbst zusammenhängt. Im höchsten Grade zweifelhaft wird aber die Existenz und Nothwendigkeit einer isolirenden Hülle der Nervenröhren, wenn man 1) an die Nerven der Wirbellosen und von *Petromyzon* (*Stannius* in *Gött. Anz.* 1850, 8) denkt, an denen die genaueste mikroskopische Untersuchung nicht blos in den Endigungen, wo der Mangel einer Markscheide begreiflich wäre, sondern überall in den Stämmen und Aesten nur zwei Elemente der Röhren, eine structurlose Hülle und einen gleichartigen Inhalt derselben nachweist, und 2) wenn man findet, dass die sicherlich als Nervenfasern wirkenden Fortsätze der Nervenzellen in den Centralorganen der höheren Thiere und die feinsten Nervenröhren dieser Orte (Gehirn) selbst ebenso sich verhalten. Da alle diese blassen Nervenröhren sicherlich ebenso isolirt leiten, wie die dunkelrandigen Röhren und doch eine besondere Schicht, die isoliren könnte, an ihnen nicht nachzuweisen ist, so folgt hieraus, dass wenigstens hier die Nerventhätigkeit keiner Isolation bedarf, womit denn auch die Ansicht von einer solchen Wirkung der Markscheide bei dunkelrandigen Nerven in ihren Grundpfeilern erschüttert ist. Mir scheint aus Allem diesem sich zu ergeben, dass entweder die Markscheide ebenfalls wirksam ist wie der Axencylinder oder — und diese Ansicht möchte fast vorzuziehen sein, weil, wie die blassen Röhren ergeben, die Markscheide nicht nothwendig ist zur Leitung — nur eine schützende weiche Hülle für die zarte centrale Faser darstellt. Auch bei der letztgenannten Auffassungsweise liesse sich begreifen, warum bei dunkelrandigen Nerven, wo die Markscheide schwach ist oder fehlt und die centrale Faser mehr frei liegt, die Nervenröhren leichter erregt werden und ihre Zustände sich mittheilen können, und was die blassen Nervenröhren anlangt, so hätten dieselben dann im Wesentlichen dieselbe Function wie die andern und könnte sich der Mangel der Markscheide an ihnen entweder dadurch erklären, dass sie weniger leicht erregbar sind, so bei den wirbellosen Thieren, den Cyclostomen oder dadurch, dass dieselben an Orten sich finden, wo eine schützende Hülle der Nervenröhren nicht weiter nöthig ist, wie in der *Retina*, in der Nasenschleimhaut, in der grauen Substanz, im electrischen Organe, oder selbst durch ihr Lichtbrechungsvermögen gewisse Zwecke beeinträchtigen würde, wie in der *Cornea*. — Eine ähnliche mechanische Function scheint mir auch die feine Punctmasse zu haben, die in den höheren Centralorganen so vielfach sich

findet und die zartesten Nervenröhren, Zellen und Ausläufer derselben trägt.

§. 127.

In Betreff der bei Untersuchung des Nervensystems anzuwendenden Methode ist in den vorhergehenden §§. schon das Hauptsächlichste angeführt worden. Ich mache hier noch einmal auf die Wichtigkeit der Chromsäurepräparate zur Erforschung des Faserverlaufes und der centralen Nervenzellen und auf das diluirte *Natron causticum* zur Auffindung der Nervenröhren in undurchsichtigen Theilen aufmerksam, ohne welche zwei Mittel mir sehr viele Punkte dunkel geblieben wären. Dann mag auch die ungemeine Geneigtheit der grauen und weissen Substanz zu Veränderungen, namentlich das leichte Abreissen der Fortsätze der Nervenzellen und das Varicöswerden, Gerinnen und Zerfallen der Nervenröhren noch einmal hervorgehoben werden. Gehirn und Mark studirt man am besten beim Menschen, die Elemente der Ganglien eben so, den Faserverlauf in denselben dagegen und die Nervenendigungen vor Allem bei kleinen Säugethieren und erst in zweiter Linie beim Menschen. Zum Aufsuchen der kleinen Ganglien im Herzen empfiehlt *Ludwig* die Behandlung mit Phosphorsäure und Jodwasserstoff-Jodlösung, letztere so verdünnt, dass sie einen Stich ins Braune hat. Für die Entwicklung eignen sich menschliche und Säugethier-Embryonen ganz gut, doch vergesse man die Batrachierlarven und bei gegebener Gelegenheit die electrischen Organe der Rochen-Embryonen nicht, bei denen die Verhältnisse weitaus am klarsten vorliegen.

Literatur der Nerven.

C. G. Ehrenberg, Beobachtung einer bisher unerkannten Struktur des Seelenorgans des Menschen. Berlin 1836. Mit 6 Tafeln. (Erste Erwähnung der Ganglienkugeln als drüsenartiger Kugeln oder keulenförmiger Körper); die erste Mittheilung in Poggendorf's Annalen. 1833, pg. 451.

G. Valentin, Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven in *Nov. Act Nat. Cur.* XVIII. P. 1 pg. 51—240. Tab. II—IX. (Epochemachende Abhandlung, erste gute Beschreibung der Nervenelemente); über die Scheiden der Ganglienkugeln und ihre Fortsetzungen in Müll. Arch. 1839, pg. 139; zur Entwicklung des Nervensystems u. s. w. *Ib.* 1840, pg. 218; ausserdem vergleiche man Repertorium von *Valentin* 1838, pg. 77; 1840, pg. 79; 1841, pg. 96; 1843, pg. 96, (Verwerfung der Annahme besonderer sympathischer Bahnen) und: Hirn- und Nervenlehre. Leipzig 1841.

F. C. Emmert, Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln. Bern 1836. 4. Mit 4 Taf. (Beschreibt gleichzeitig mit *Valentin* die Endschlingen.)

H. Kronenberg, *Plexuum nervorum structura et virtutes. Berol.* 1836. 8. *cum tab. VIII.*

E. Burdach, Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nerven. Königsberg 1837. 4. Mit 2 Tafeln.

J. E. Purkinje, Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag, im Jahr 1837. Prag 1838, pg. 177. (Genauere Beschreibung der Nervenelemente, namentlich der Fortsätze der centralen Zellen); mikroskopische neurologische Beobachtungen in Müll. Arch. 1845, pg. 281.

R. Remak, Vorläufige Mittheilungen in Fror. N. Not. 1837, No. 47, 54, 58 und 1838, No. 137. *Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berol.* 1838. 4. *cum tab. II.* (Erste Beschreibung der Axenfaser als Primitivband und eigenthümlicher organischer Nervenfasern, d. h. der später sogenannten *Remak*'schen Fasern, die in den Ganglien entspringen); über die physiologische Bedeutung des organischen Nervensystems in *Ammons* Monatsschrift Bd. III. 1840, pg. 225. Anatomische Bemerkungen über das Gehirn, Rückenmark und die Nervenwurzeln in Müll. Arch. 1841, pg. 506. Neurologische Erläuterungen. *Ibid.* 1844, pg. 461. Ueber ein selbständiges Darmnervensystem. Berlin 1847.

J. F. Rosenthal, *De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Vratisl.* 1839. (Genauere Beschreibung der organischen Fasern *Remak*'s und der dunkelrandigen Röhren unter *Purkinje*'s Leitung.)

A. W. Volkmann, Ueber die Faserung des Rückenmarks und der sympathischen Nerven in *Rana escul.* in Müll. Arch. 1838, pg. 274. Beobachtungen und Reflexionen über Nervenanastomosen. *Ibid.* 1840, pg. 510. Ueber Nervenfasern und deren Messung. *Ibid.* 1840, pg. 9. Art.: Nervenphysiologie in Wagn. Handb. der Phys. II.

F. H. Bidder und *A. W. Volkmann*, Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen. Leipzig 1842. Mit 2 Tafeln. (Beschreibung der feinen Nervenröhren in den peripherischen Nerven als sympathischer Fasern, Nachweis ihrer Ursprünge in den Ganglien und ihrer Verbreitung durch Hülfe von Zählungen.)

H. Helmholtz, *De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Diss. inaug. Berol.* 1842.

Stilling und *Wallach*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1842.

Stilling, Ueber die *Medulla oblongata*. Erlangen 1843. Untersuchungen über den Bau und die Verrichtungen des Gehirns. I. Ueber den Bau der Varolischen Brücke. Jena 1846.

F. Will, Vorläufige Mittheilungen über die Structur der Ganglien und den Verlauf der Nerven bei wirbellosen Thieren in Müll. Arch. 1844, pg. 76.

A. Hannover, *Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague* 1844.

A. Kölliker, Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen bewiesen. Zürich 1844. (Beschreibung des Ursprungs der dunkelrandigen Nervenfasern von den Fortsätzen der Ganglienzellen); Neurologische Bemerkungen in Zeitschrift für wiss. Zoologie I. pg. 135. Ueber Theilungen der Nervenprimitivfasern beim Menschen in Verh. der Würzb. phys. med. Gesellschaft. No. 1.

P. Savi, *Etudes anatomiques sur le système nerveux et l'organe électrique de la Torpille. Paris* 1843. Als Anhang zu *Matteucci Traité des phénom. électr.-phys. des animaux. Paris* 1844.

D. Rosenthal, *De numero atque mensura microscopica fibrillarum elementarium systematis cerebrospinalis Symbolae, diss. inaug. Vratisl.* 1845.

E. Harless, Ueber die Ganglienkugeln der *Lobi electrici* von *Torpedo Galvanii* in Müll. Arch. 1846, pg. 283.

R. Wagner, Ueber den innern Bau der electrischen Organe im Zitterrochen. Göttingen 1847. Mit 1 Tafel. (Ausführliche Beschreibung der merkwürdigen Nerven der elektrischen Organe); Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Struktur der Ganglien. Leipzig 1847. Mit 1 Tafel. (Entdeckung der bipolaren Ganglienkugeln bei Fischen, gleichzeitig mit *Bidder-Reichert* und *Robin*), sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigungen in Wagner's Handb. der Phys. Lief. XIII. pg. 360. Sympathische Ganglien des Herzens. *Ibid.* pg. 452. Neurologische Untersuchungen in Götting. Anzeigen, Nachrichten von der Univ. etc. Februar 1850.

F. H. Bidder u. *Reichert*, Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern, nebst einem Anhange von *A. W. Volkmann.* Leipzig 1847. Mit 2 Tafeln.

Ch. Robin, *Mémoires sur la structure des ganglions* in *l'Institut* 1847, No. 687 bis 699 u. 1848, No. 733. Auch in Fror. und Schleid. Not. II. pg. 49, III. pg. 312. *Recherches sur les deux ordres des tubes nerveux et des globules ganglionaires. Compt. rend. XXIV.* pg. 1079.

B. Beck, Ueber die Verbindung der Sehnerven mit den Nasen- und Augenknoten, sowie über den feineren Bau dieser Ganglien. Heidelberg 1847.

A. F. Axmann, *De gangliorum systematis structura penitiori ejusque functionibus. Berol.* 1847. *Diss. inaug.*

C. Ludwig, Ueber die Herznerven des Frosches in Müll. Arch. 1848, pg. 139.

A. Ecker, Einige Beobachtungen über die Entwicklung des elektrischen Organs von *Torpedo Galvanii* in Zeitschr. f. wiss. Zool. I. pg. 38.

C. Bruch, Ueber das Nervensystem des Blutegels. *Ibid.* pg. 164.

H. Stannius, Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849.

J. N. Czermàk, Ueber die Hautnerven der Frösche in Müll. Arch. 1849, pg. 252. Verästelung der Primitivfasern des *Nervus acusticus* in Zeitschr. f. wiss. Zool. II. 1850, pg. 105.

Eigenbrodt, Ueber die Leitungsgesetze im Rückenmark. Giessen 1849.

N. Lieberkühn, *De structura gangliorum penitiori. Berol.* 1849. *Diss. inaug.*

A. Blattmann, Mikroskopisch-anatomische Darstellung der Centralorgane des Nervensystems der Batrachier. Zürich 1850.

Ueberdiess vergleiche man die allgemeinen Werke von *Hildebrandt-Weber, Schwann, Henle, Valentin, Todd-Bowman, Bruns*, die Jahresberichte von *Henle* und *Reichert* und die oben bei den Nerven der Haut, Muskeln und Knochen citirten Schriften. — Gute Abbildungen der Elementartheile enthalten namentlich die angeführten Schriften von *Henle, Valentin, Hannover, R. Wagner* und *Bidder*, ausgezeichnete Darstellungen der Centralorgane gibt *Stilling.*

Nachträge.

Zu §. 30.

Die Entwicklung der Nägel beschreibt *Remak*, *Müll. Arch.* 1849, St. 77. in Kürze im Wesentlichen wie ich.

Zu §. 43.

Der IX. Band der *Zeitschr. f. rat. Medicin* S. 287 enthält einen Aufsatz von *W. Steinlin* über den Bau und die Entwicklung der Haare. *St.* bestätigt zum Theil das von mir Beschriebene, zum Theil stellt er auch ganz abweichende Ansichten auf, wie die, dass die Haare in einer Höhle (Keimsack *St.*) sich entwickeln, deren Wände später zur innern Wurzelscheide werden, und dass dieselben mit der Spitze zuerst entstehen. Hiermit kann ich nicht übereinstimmen, verweise jedoch auf meine eben erschienene Entgegnung in *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. II. St. 291. — In grösserem Einklang mit den meinigen scheinen Beobachtungen von *Remak* zu sein, wenigstens glaube ich dies aus dessen *Untersuchungen zur Entwicklung der Wirbelthiere* Tab. VII. Fig. 7—10, zu der jedoch Text und Erklärung noch nicht erschienen ist, entnehmen zu können, um so mehr, da was *R.* über die Entwicklung der Federn in *Müll. Arch.* 1849, St. 77. in Kürze beibringt, so ziemlich mit dem stimmt, was ich bei den Haaren sah.

Zu §. 62.

Remak (l. c.) lässt die Talgdrüsen bei Schweineembryonen ebenfalls aus den schlauchförmigen Haarkeimen hervorwachsen. Man vergleiche auch dessen *Unters. z. Entwickl.* Tab. VII. Fig. 7, 8, 10, die fast ganz dasselbe wiedergeben, was ich beim Menschen sah.

Zu §. 68.

Die anastomosirenden Muskelprimitivbündel des Herzens sind in der neuesten Zeit auch von *Remak* beim Menschen und den Säugethieren gesehen worden (*Müll. Arch.* 1850, St. 76). Ebenso bestätigt *Valentin* meine erste Angabe über solche Bündel in den Vorkammern des Frosches (*Grundriss d. Physiol.* 3te Aufl. St. 389, Fig. 230).

Zu §. 80.

Eine Neubildung quergestreifter Muskelfasern hat neulich *Virchow* (*Verh. der Würzb. phys.-med. Ges.* Heft II.) in einem Ovarientumor mit Bestimmtheit constatirt. Ich habe die fraglichen Objecte selbst gesehen und kann versichern, dass dieselben den Muskelfasern menschlicher Embryonen aus dem 2. Monate (siehe Fig. 74) auf's Täuschendste glichen, mit der einzigen Ausnahme, dass es keine langen Bänder, sondern isolirte, quergestreifte Faserzellen, jede mit einem Kerne, waren.

Zu §. 109.

Virchow beschrieb vor Kurzem (*Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg*, Nr. 13.) sehr eigenthümliche Verhältnisse der Knochen-

höhlen und Knochenkanälchen. In der atrophischen schwammigen Substanz des Gelenkendes einer menschlichen *Tibia*, die einen Bruch erlitten hatte, fand er, dass durch Behandlung der Knochenbälkchen mit Salzsäure nach 4—12 Stunden die sogenannten Knochenkörperchen und ihre Fortsätze vollkommen sich isoliren liessen, während die sie verbindende Substanz vollständig zerfiel. Dieselben besassen deutlich nachweisbare Höhlungen und es erscheint somit der Schluss von *Virchow* vollkommen gerechtfertigt, dass in diesem Fall die Knochenkanälchen und Knochenkörperchen eine von der Zwischensubstanz chemisch verschiedene Wand besitzen. Etwas Aehnliches ist vielleicht in normalen Knochen der Fall, wenigstens sieht man (siehe Fig. 90. *B.*) in lange gekochtem Knochenknorpel die Knochenhöhlen und ihre Ausläufer oft auffallend scharf begränzt, während die Grundsubstanz sehr hell wird, doch hat es mir hier nie gelingen wollen, dieselben zu isoliren. — *Virchow* beschreibt zweitens auch aus einem *Enchondrom* des Ringfingers isolirbare Knorpelkörperchen mit verästelten und anastomosirenden Ausläufern, um welche herum nicht selten noch die Contour der Knorpelzellen sichtbar war. Es schienen, wenn Letzteres der Fall war, in dickwandigen Knorpelzellen Knorpelkörperchen zu liegen, und mit verästelten Ausläufern dieselben zu durchbohren, jedoch nicht einfach, sondern wie wenn sie die Wand derselben vor sich her schöben. *V.* nimmt an, dass in diesem Fall die gewöhnlichen Knorpelkörperchen in Fortsätze ausgewachsen, und die Wände der Zellen mit der umgebenden Intercellularsubstanz zu einer homogenen Masse verschmolzen seien, so dass dann die zackigen Körperchen einfach in Höhlen einer gleichmässigen Grundsubstanz zu liegen scheinen. Die Knorpelkörperchen ist *V.* geneigt für endogenen Zellen entsprechend zu halten, in welchem Falle die zackigen Körperchen ausgewachsene Zellen wären. Wolle man dieselben nur als Zelleninhalt auffassen, so dürften auch die zackigen Körperchen nicht anders aufgefasst werden, und das Hauptgewicht müsste dann auf die Zellenwand fallen und der ganze Process als ein Auswachsen derselben nach Aussen angesehen werden; auffallend sei dann nur das vollständige Verwachsen der Zellenmembranen mit der Zwischensubstanz, und das vollkommene Hohlsein der Fortsätze in den zuerst beschriebenen Knochenkörperchen, deren Identität mit den zackigen Knorpelkörperchen nicht wohl zweifelhaft sein könne. — Obschon ich die von *V.* beschriebenen Bildungen selbst gesehen, so erlaube ich mir doch über die Art und Weise der Entstehung derselben kein Urtheil, nur so viel halte ich für ausgemacht, dass die sogenannten Knochenkörperchen und Knochenkanälchen weder aus dem Inhalte der ursprünglichen Knorpelzellen, noch auch durch Auswachsen der Membranen derselben zu Stande kommen, sondern einfach die Reste der Höhlen dieser Zellen, Lücken in den verdickten Wänden derselben und secundär ausgegrabene Kanäle in der Intercellularsubstanz sind. Mit dieser Ansicht ist das Vorkommen einer chemischen Differenz der dieses Lacunensystem zunächst begränzenden Knochensubstanz und der entfernteren Theile wohl vereinbar und es scheint mir sehr leicht möglich, die *V.*'schen Beobachtungen von diesem Standpuncte aus zu deuten, obschon es allerdings auch gedenkbar ist, dass dieselben von den normalen abweichende Verhältnisse betreffen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Fettzellen, wie sie bei Abgemagerten und Wassersüchtigen sich finden, 350 mal vergr. *a.* Kerne, *b.* Membranen der Zellen, *c.* Fetttropfen in den Zellen. 1. Zellen, die neben ziemlich viel Serum einen verkleinerten blassgelben oder mehrere farblose Fetttropfen enthalten. 2. Zellen von Abgemagerten, aus braungelben Fetttträubchen mit spärlichen, intensiv gefärbten Fetttropfen und ziemlich dicker Membran. 3. Fettzelle eines Abgemagerten mit äusserst wenig Fett und verdickter Wand.

Fig. 2. Senkrechter Schnitt durch die Scrotalhaut eines Weissen, 250 mal vergr. *aa.* Zwei Cutispapillen mit ihren Gefässschlingen; *b.* unterste braungefärbte Schicht senkrechter Zellen des *Stratum Malpighii; c.* mittlere, kaum merklich gefärbte Lage derselben (die Zellen sollten mehr rund sein); *d.* oberste ungefärbte Lage der Schleimschicht; *e.* farblose Hornschicht.

Fig. 3. Senkrechter Schnitt durch das *Stratum Malpighii* und einen Theil der Hornschicht der Haut der Plantarseite der grossen Zehe, 250 mal vergr. und mit Essigsäure behandelt. *aa.* Zwei Cutispapillen; *b.* unterste längliche und senkrecht stehende Zellen der Schleimschicht; *c.* mittlere rundliche Zellen derselben; *d.* oberste schon platte, aber kernhaltige Zellen; *e.* Hornschichtplättchen, scharf abgesetzt gegen die Schleimschicht.

Fig. 4. *A.* Senkrechter Schnitt durch die Haut des Schenkels eines Negers, 250 mal vergr. *aaa.* Cutispapillen; *b.* tiefste, senkrecht stehende Zellenlage der Schleimschicht, intensiv gefärbt; *c.* mittlere, in den Vertiefungen zwischen den Papillen noch ziemlich dunkle Lagen; *d.* oberste heller gefärbte Theile der Schleimschicht; *e.* Hornschicht mit einem kaum merklichen Anflug von Färbung.

B. Einzelne Zellen der Schleimschicht von ebendaher *a.* aus den tiefsten Lagen, *b.* aus den oberen Schichten. Die Kerne waren hier (an einem Weingeistexemplare) blass.

Fig. 5. Hinterster Theil der Nagelwurzel senkrecht durchschnitten, 250 mal vergr. 1. Schleimschicht der Nagelwurzel, 2. Hornschicht derselben oder Beginn des eigentlichen Nagels. 3. Hornschicht der Oberhaut an der obern Wand des Nagelfalzes, 4. dazu gehörende Schleimschicht. *a.* Unterste längliche Schleimschichtzellen am hintersten Ende der Nagelwurzel; *b.* mehr rundliche Zellen, weiter nach vorn; *c.* oberste Schleimschichtzellen (die Kerne sind nur schematisch so deutlich gezeichnet), die in die hintersten und tiefsten Nagelplättchen übergehen; *e.* eigentliche Nagelsubstanz, deren Plättchen ziemlich undeutlich sind, jedoch nach vorn ihre Kerne als dunkle Strichelchen hervortreten lassen.

Fig. 6. *A.* Ein Drüsenschlauch von einer grossen Schweissdrüse der *Areola mammae*, 350 mal vergr. *a.* Bindegewebshülle; *b.* Lage glatter Muskelfasern; *c.* Drüsenkanal mit citronengelben, allem Anscheine nach nicht in Zellen befindlichen Körnern und Körnerhaufen; *dd.* zwei Ausbuchtungen des Drüsenschlauches.

B. Aus den grossen Achseldrüsen des Menschen, 350 mal vergr. 1. Drei mit braungelben Körnern erfüllte kernhaltige Zellen; 2. eine mit Fettmolekülen dicht erfüllte farblose Zelle, 3. Epiteliumzellen, fast ohne geformten Inhalt.

Tafel II.

Fig. 1. Haarzwiebel eines starken Haares mit dem Haarbalg 300 mal vergr. *a.* Lufthaltiges Mark mit undeutlichen Zellen, *b.* Rindensubstanz ohne Pigmentflecken oder Lufträume, *c.* innere, *d.* äussere Lage des Oberhäutchens; *e.* innere, *f.* äussere und durchbrochene Lage der innern Wurzelscheide; *g.* äussere Wurzelscheide; *h.* structurlose Haut des Haarbalges; *i.* Querfaserschicht; *k.* Längsfaserschicht desselben; *l.* Haarpapille; *m.* unterste Zellen der Haarzwiebel mit der äussern Wurzelscheide zusammenhängend; *n.* senkrecht gestellte kernhaltige Zellen, die bei *q.* kernlos werden, sich nach vorn richten und die innere Lage des Oberhäutchens bilden; *o.* kleine, quergestellte Zellen, ebenfalls kernhaltig, in die äussere Lage des Oberhäutchens übergehend; *p.* unterster Theil der innern Wurzelscheide, einschichtig; *r.* Anfang des Haarmarkes in Gestalt blasser Zellen; *s.* Stelle, wo die Zellen der Zwiebel anfangen, sich merklich zu verlängern.

Fig. 2. Haar und Haarbalg von mittlerer Stärke, 50 mal vergr. *a.* Haarschaft, *b.* Haarwurzel, *c.* Haarknopf, *d.* Oberhäutchen des Haares, *e.* innere Wurzelscheide, *f.* äussere Wurzelscheide, *g.* structurlose Haut des Haarbalges, *h.* quere und longitudinale Faserlage desselben, *i.* Haarpapille, *k.* Ausführungsgänge der Talgdrüsen mit Epitel und Faserlage, *l.* *Cutis* an der Mündung des Balges, *m.* Schleimschicht der Oberhaut, *n.* Hornschicht, etwas in den Haarbalg sich hineinziehend, *o.* Ende der innern Wurzelscheide.

Fig. 3. *A.* Ein Stück eines weissen Haares, 450 mal vergr. *a.* Mit Luft erfülltes Mark, *b.* Rinde mit kleinen Lufträumen.

B. Ein anderes Stück eines solchen, dessen Luft durch Terpentinöl ganz verdrängt war und theilweise wiedergekehrt ist; *a.* lufthaltiges Mark, *b.* luftleeres Mark mit ziemlich deutlichen Zellenumrissen, *c.* luftleere Räume der Rinde.

Fig. 4. Ein Stückchen der Rindensubstanz der *Scapula* des Menschen in natürlicher Injection, 30 mal vergr. *aa.* Erweiterte Stellen der mit Blut gefüllten Gefässe der Haversischen Kanälchen, *b.* Knochensubstanz mit Knochenhölen, deren Richtung mehr dem Laufe der Kanälchen folgen sollte.

Tafel III.

Fig. 1. Primordialschädel eines 3 Monat alten menschlichen Embryo von oben; das blaue ist Knorpel, das braune primärer, das gelbe secundärer Knochen. *a.* Obere Hälfte der *Squama ossis occipitis*, *b.* untere Hälfte derselben,

c. Parietalplatte, *d. Pars condyloidea ossis occipitis*, *e. Pars basilaris*, *f. Pars petrosa* mit dem *Meatus auditorius internus*, *g.* Sattellehne, davor zwei Kerne des hintern Keilbeinkörpers, *h.* Kerne in den *Processus clinoidei anteriores*, *i.* grösstentheils knöcherne *Ala magna*, *k. Ala parva*, *l. Crista galli*, *m.* Labyrinth des Siebbeins, *n.* knorpelige Nase, *o.* Knorpelstreif zwischen der Parietalplatte und dem Keilbein, *p.* Frontalplatte oder Verbindungsstreif zwischen der *Ala parva* und der *Lamina cribrosa*, *q. Foramen opticum.*

Fig. 2. Senkrechter Durchschnitt durch den Kopf eines 4 Monate alten Embryo. Knorpel blau, primärer Knochen braun, secundärer Knochen gelb. *N.* Nasenbein mit *P.* dem Periost unter demselben. *F.* Stirnbein, *P.* Scheitelbein, *Sq.* Schuppe des Schläfenbeins, *M.s.* Oberkiefer, *M.i.* Unterkiefer, *V.* Pflugschaar, *s.* Kern im hintern Keilbeinkörper, *H.* Zungenbeinkörper, *Th.* Schildknorpel, *Cr.* Ringknorpel, *C.V.* Wirbelkörper mit Kernen, *A.V.* Wirbelbogen. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *i* wie in Fig. 1.

Fig. 3. Schädelbasis eines 5 Monat alten Embryo von innen. Alle Buchstaben wie bei Fig. 1, *z.* Kerne des vorderen Keilbeinkörpers.

Fig. 4. *Primordialcranium* des Schweines (von einem 4″ langen Embryo) von oben.

Fig. 5. Dasselbe von der Seite. Folgende Buchstaben bedeuten in beiden Figuren dasselbe: *P.* Parietalplatte, *F.* Frontalplatte, *L.* Labyrinth des Siebbeins, *N.* knorpelige Nase, *Cr. Crista galli*, *A.m. Ala magna*, *A.p. Ala parva*, *F. o. Foramen opticum*, *Petr. Os petrosum*, *St. Processus styloideus*, *M. Proc. mastoideus*, *C. o. Processus condyloideus*, *Sq. Squama ossis occipitis*, *P. c. Pars condyloidea.* Fig. 3, 4 und 5 nach *Spöndli.*

Fig. 6. Verknöcherungsrand der Diaphyse des *Femur* eines jungen Kaninchens, zum Theil schematisch. *A.* Knorpel, *B.* Knochen, *a.* faserige Grundsubstanz des Knorpels, *b.* Knorpelzellen in Reihen, *c.* Kerne derselben, *d.* erste Ablagerung von Kalkkrümeln, *e.* Reihen von ossificirenden Knorpelzellen zum Theil mit noch sichtbaren Kernen; *f.* Markräume mit jungem Mark, durch Resorbtion von Knochensubstanz entstanden, *g.* der fertigen Knochensubstanz sich annähernd, die Zellen mit der Zwischensubstanz verschmelzend.

Tafel IV.

Fig. 1. Durchschnitt senkrecht durch die Ganglien des grossen Hirns, einen Theil der Hemisphären und des *Pons Varoli*, parallel der Längsaxe der Hirnsticle. *P.* Pyramide schief durchschnitten. *P. V.* Varolsbrücke. *S. n. Substantia nigra*, *Cr. C. Crus cerebri*, *Th. o. Thalamus opticus*, *C. q. Corpus quadrigeminum*, *N. c. Nucleus caudatus*, *N. l. Nucleus lenticularis*, *I. II. III.* Glieder desselben, *Cl. Claustrum*, *A. Amygdala*, *aa.* in den *Nucl. lenticularis* eintretende Fasern des Hirnstieles, *bbb.* in den *Thalamus opticus* sich einsenkende Bündel der Markmasse der Hemisphären, *c.* in dem *Nucleus caudatus* sich verlierende Bündel, *H.* Unterer Lappen der Hemisphären, *C. a. Commissura anterior*, *Tr. o. Tractus opticus*, *d.* oberflächliche weisse Substanz der Rinde der Windungen, *e.* graue Substanz derselben, *f.* mittlere weisse Lage, *g.* gelbröthliche Schicht.

Fig. 2. Ein Segment der Rinde eines *Gyrus* des grossen Hirnes ungefähr 100 mal vergr. *a.* weisse Substanz des *Gyrus*, *b.* grauröthliche Schicht mit den gerade einstrahlenden Nervenfaserbündeln und einzelnen queren Fasern, *c.* mittlere weisse Schicht mit vielen horizontalen Fasern, *d.* graue Lage mit den sich verlierenden weissen Bündeln, mit Nervenzellen und einzelnen durchtretenden Fasern, die wie bei 1 Schlingen bilden oder wie bei 2 an die oberflächliche weisse Schicht *e* sich anschliessen.

Fig. 3. Querschnitt durch das Rückenmark in der obern Lendengegend ungefähr 60 mal vergr. halbschematisch. *a.* Vorderstränge, *b.* Seitenstränge, motorischer Theil, *c.* Seitenstränge, sensibler Theil, *d.* Hinterstränge, *e.* vordere Längsspalte, *f.* hintere Längsspalte, *g.* motorische Wurzeln, *h.* inneres Bündel, *i.* äusseres Bündel derselben; *k.* Kreuzung der Vorderstränge in der vordern Commissur; *l.* graue Fasern der Seitenstränge in die vordere graue Commissur übergehend; *m.* grauer centraler Kern, hier innerlich mit zwei Gruppen etwas dunklerer Zellen; *n.* hintere graue Commissur, mit einem querdurchschnittenen Gefäss; *o.* Fasern der Hinterstränge, in die graue Commissur übergehend; *p.* Fasern der sensiblen Wurzeln in die Seitenstränge abgehend; *q.* eben solche in die Hinterstränge eintretend; *r.* longitudinale Bündel von Fasern, die in die sensiblen Wurzeln übergehen; *s. Substantia gelatinosa*, mit durchsetzenden Bündeln der sensiblen Wurzeln *w*; *t.* horizontal nach vorn zu den grauen Commissuren verlaufende sensible Wurzelfasern; *u.* grosse Zellen der vordern Hörner (die Puncte), innere Gruppe; *v.* ebensolche, äussere Gruppe.

Fig. 4. Ein Segment der Rinde eines *Gyrus* des kleinen Gehirns, ungefähr 150 mal vergr. *A.* Marksubstanz mit ihren Fasern ausstrahlend in *B.* die rostfarbene Schicht, *C.* reingraue Lage. 1. Grosse vielstrahlige Zellen in *C*; 2. Kerne in *B*; 3. Fasern in *B*; 4. Grundsubstanz und kleine Zellen in *C*. Die Nervenröhren im inneren Theile von *C* wurden nicht gezeichnet, um nicht die Figur zu überladen.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Berichtigungen.

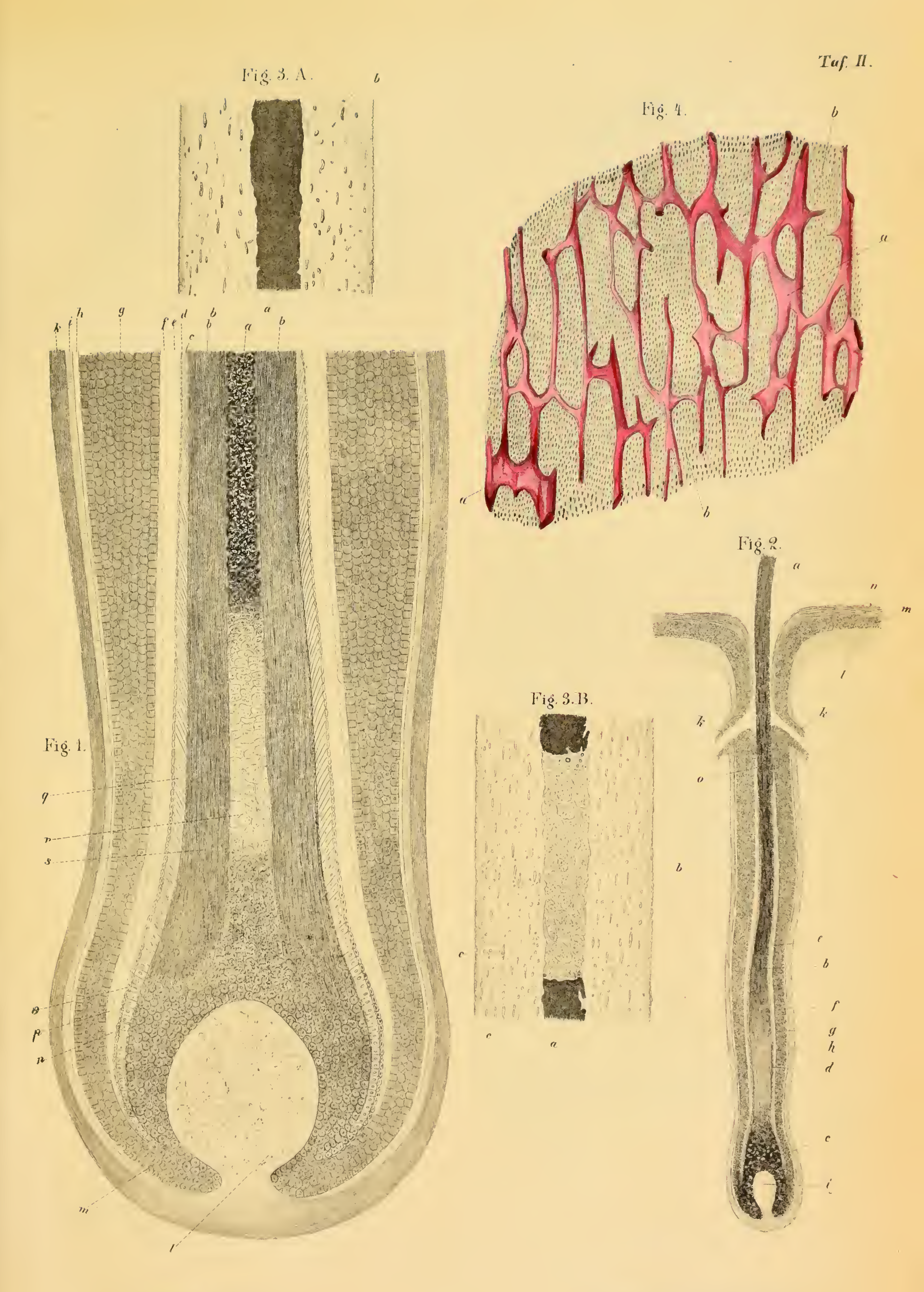
Folgende störende Fehler bitte ich zu berichtigen:

Seite IX,	Zeile	14 v. o.	bei *Bruns*, Anatomie, statt „Bern u. Chur 1840" lies „Braunschweig 1841."
„ „	„	15 v. o.	bei *Gerber*, Anatomie, statt „Braunschweig 1841" lies „Bern und Chur 1840."
„ 16,	„	16 v. o.	statt „— 0,034‴, im Mittel 0,046‴" lies „— 0,046‴, im Mittel 0,034‴."
„ 17,	„	4 v. u.	statt „selten" lies „selten 1."
„ 18,	„	4 v. u.	statt „der selten" lies „der selten 1."
„ 18,	„	1 v. u.	statt „*Donders* und *Moleschott*" lies „*Donders* und *Mulder*," welche Berichtigung überall, wo das Citat: *Donders* und *Moleschott* vorkommt, anzubringen ist. Ich stand bisher im Glauben, dass die mit *Donders* und *M.* unterzeichneten histiologischen Anmerkungen in *Mulder's physiolog. Chemie*, übersetzt von *J. Moleschott*, von *D.* und *Moleschott* herrühren, namentlich auch weil die histiologischen Angaben im Text und in den Anmerkungen nicht immer übereinstimmen, wurde aber neulich in Holland eines Besseren belehrt. Eben so ist auf Seite X Zeile 17 v. o. statt „*Donders* und *Moleschott*" zu lesen „*Donders* und *Mulder*."
„ 32,	„	15 v. o.	statt „*Malpighi*" lies „*Malpighii*," welcher Fehler auch in den folgenden §§., namentlich §. 15 zu verbessern ist.
„ 45,	„	14 v. o.	statt „empfindlich" lies „unempfindlich."
„ 160,	„	2 v. u.	der Figurerklärung statt „rundliche" lies „längliche."
„ 172,	„	10 v. o.	statt „*Steinrück*" lies „*Steinhausen*."
„ 205,	„	3 v. o.	statt „0,0068‴" lies „0,008‴."
„ 250,	„	20 v. u.	statt „*Chevreuil*" lies „*Chevreul*."
„ 433,	„	15 v. u.	statt V lies X.



Fig. 4. A.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 5.
Fig 3.
Fig. 6.
B.
A

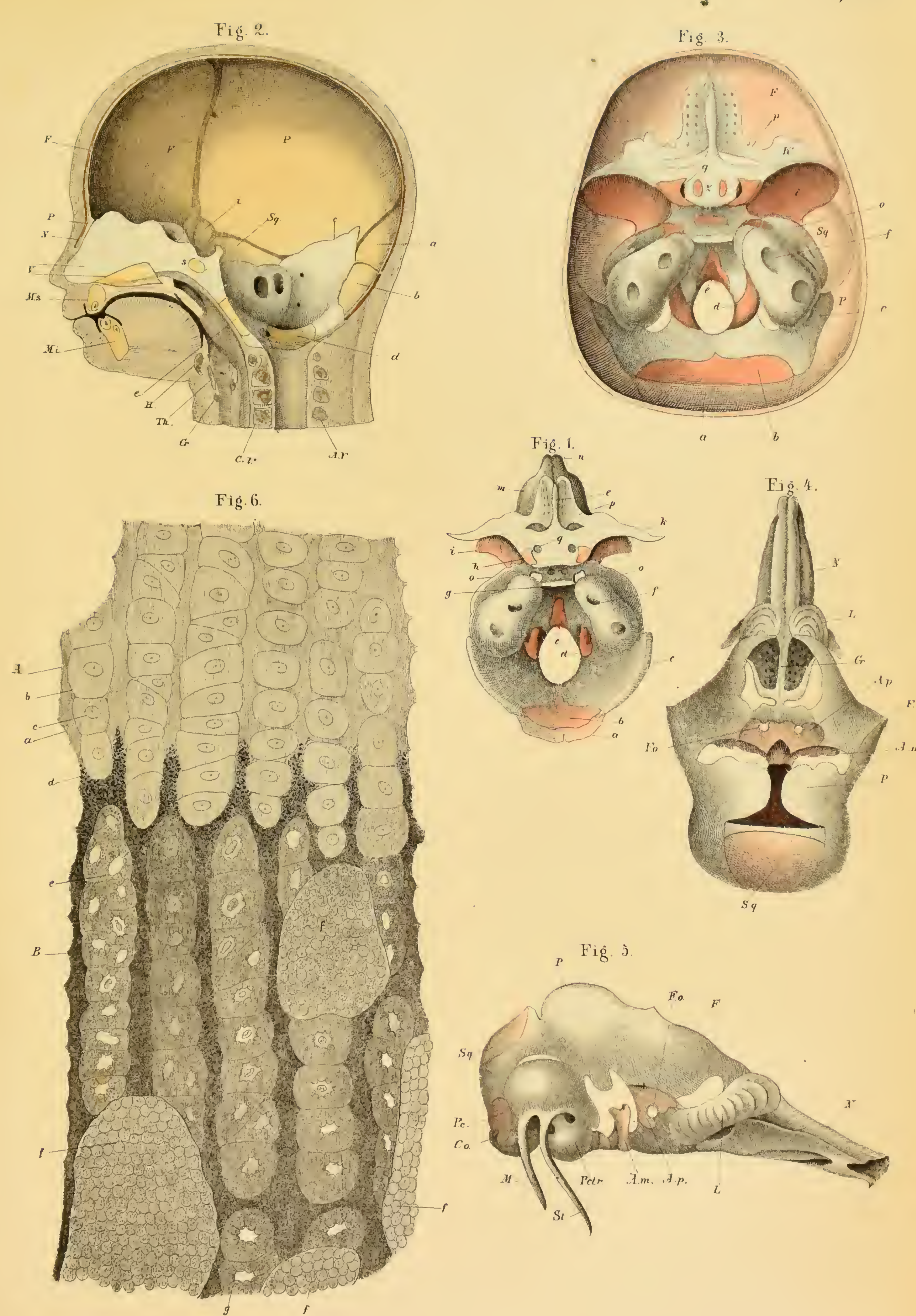




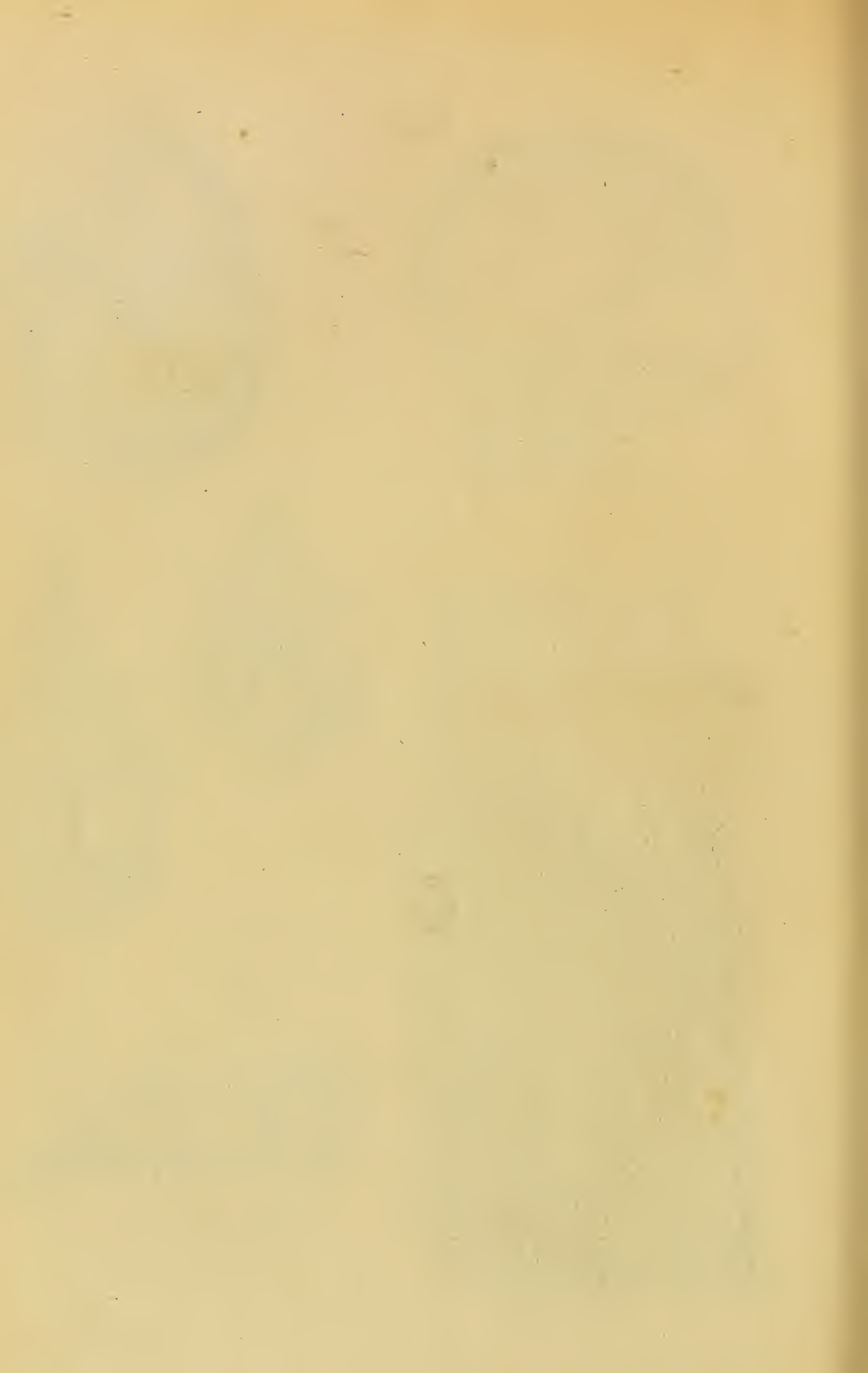
A. Kölliker ad nat. del.

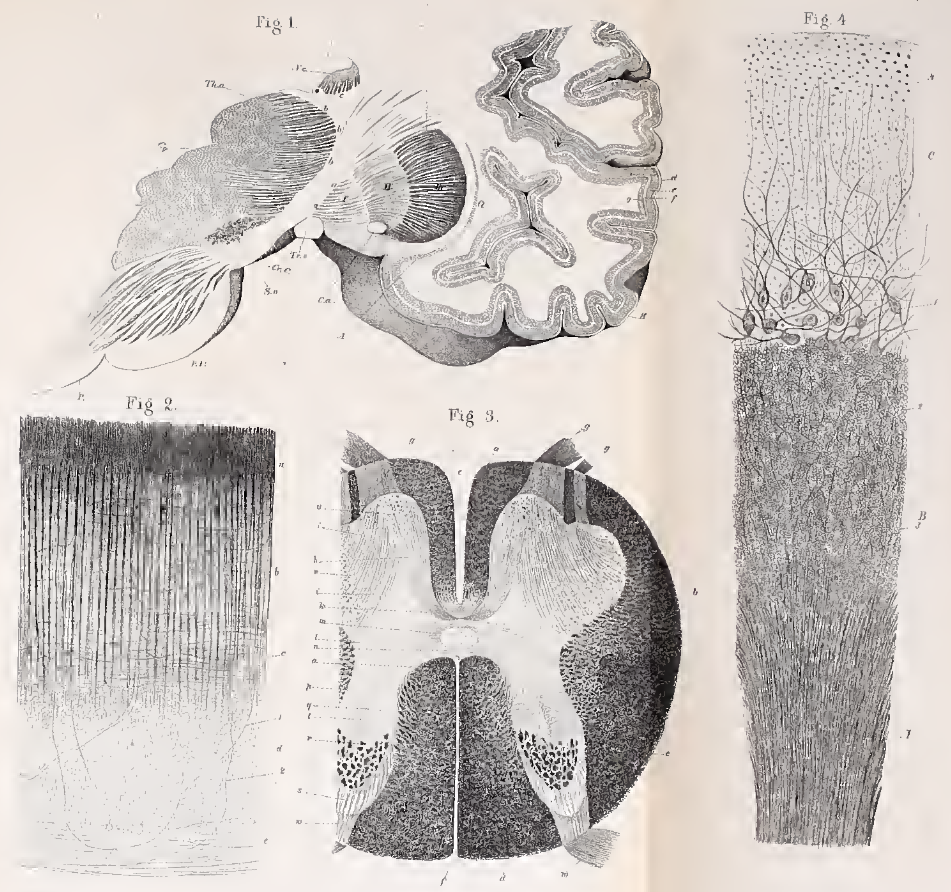
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig





A. Kölliker ad nat. del.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.

